



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

28 JUN 2007  
000591

Geología Jurásica del Area de Tlaxiaco,  
Mixteca Alta, Oaxaca



Tesis de Maestría

Que para obtener el grado de:  
MAESTRO EN CIENCIAS  
( ge o l o g í a )

p r e s e n t a :  
RAUL S. <sup>abino</sup> CARRASCO RAMIREZ

TGG 1688

México, D. F.

7  
1981  
C313R



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La Comisión Dictaminadora:

DRA. GLORIA ALENCASTER DE FELIX

DR. ZOLTAN DE CSERNA GOMBOS

DR. ISMAEL FERRUSQUIA VILLAFRANCA

DR. ENRIQUE MARTINEZ HERNANDEZ

DR. FERNANDO ORTEGA GUTIERREZ

DRA. BLANCA ESTELA BUITRON SANCHEZ (SUP).

M. en C. ALBERTO LOPEZ SANTAYO (SUP).

## A G R A D E C I M I E N T O S

Este estudio forma parte de los estudios exploratorios que la "Comisión Federal de Electricidad" ha emprendido en la región de la Mixteca del Estado de Oaxaca, con objeto de evaluar los yacimientos de carbón que en esta región están presentes. La finalidad es utilizar el carbón como combustible en la generación de electricidad. El estudio del área de Tlaxiaco fué concebido por el Ing. Carlos García-Herrera, Jefe del Area de Geología y Minería, C.F.E., quien se lo comentó al Dr. Zoltan de Cserna del Instituto de Geología de la U.N.A.M., el que a su vez me lo sugirió como un buen tema de tesis para obtener la Maestría en Ciencias. Por tal motivo, en primer lugar quiero expresar mi agradecimiento por todas las facilidades brindadas al Ing. Carlos García-Herrera. Al Dr. Zoltan de Cserna por sus consejos y sugerencias en las etapas inicial e intermedia del estudio.

Deseo también agradecer al Ing. Miguel Palacios-Nieto de la C.F.E., sus sugerencias y facilidades en el desarrollo del trabajo en sus etapas inicial e intermedia.

Del Consejo de Recursos Minerales, agradezco al Ing. José Cárdenas-Vargas quien me proporcionó la información topográfica, sin la que la cartografía geológica se habría aplazado. De esta misma Institución quiero también agradecer al Ing. Francisco J. Díaz-Tapia quien me proporcionó la información necesaria para desplazarme en el área.

Muy especialmente deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Ismael Ferrusquía-Villafranca del Instituto de Geología de la U.N.A.M., el haber aceptado ser mi director de tesis y haberme apoyado decididamente durante toda la elaboración del estudio. El Dr. Ferrusquía, entre otras cosas proporcionadas a título personal, me ayudó a resolver problemas de petrografía sedimentaria e ígnea, me acompañó al campo haciendo comentarios de todos los aspectos geológicos del área, y finalmente leyó críticamente para mejorarlo el escrito original.

Al Dr. José C. Guerrero-García, Director del Instituto de Geología de la U.N.A.M., quiero agradecer el haberme permitido realizar en ese instituto, parte del trabajo de gabinete. A las Dras. Gloria Alencaster y Blanca Estela Buitrón, quienes identificaron los invertebrados. A la Dra. Alicia Silva-Pineda, que identificó las plantas fósiles. Al Dr. Enrique Martínez-Hernández, que procesó muestras para estudio palinológico. A la Maestra Guadalupe Villaseñor, quien procesó las muestras por difracción de Rayos-X.

Al Sr. Luis Burgos, quien dibujó los originales de los mapas y secciones. Al Sr. Antonio Altamira, que imprimió las fotografías y fotomicrografías tomadas por el autor.

Al Ing. Leopoldo García-Díaz, Residente de Estudios Geológicos de Río Verde, Tlaxiaco, Oaxaca, C.F.E., proporcionó muchas facilidades en la etapa final y terminación del estudio.

A la Comisión Dictaminadora que leyó críticamente el original

de este trabajo, formada por los Drs. Zoltan de Cserna, Gloria Alencaster, Fernando Ortega-Gutierrez, Enrique Martínez-Hernández, Blanca E. Buitrón y M. en C. Alberto López-Santoyo.

Otras personas, numerosas para ser nombradas individualmente, ofrecieron ayuda desinteresada directa o indirectamente.

Dedico esta tesis: A mi madre y a mi padre (q.e.p.d.); a mi hermano Rosalio (q.e.p.d.); a mi esposa Martha, quien con su paciencia y entusiasmo ayudaron decisivamente en la realización del estudio; a mi hermano José Francisco; y a mi hermano Rolando, que siempre me ha apoyado en todos los aspectos en sustitución de mis padres.

# C O N T E N I D O

Résumen . . . . .	1
Abstract . . . . .	2
INTRODUCCION . . . . .	3
Objetivos . . . . .	3
Localización . . . . .	3
Vías de Comunicación . . . . .	3
Clima . . . . .	5
Actividad Económica . . . . .	5
Estudios Previos . . . . .	7
Método de Trabajo . . . . .	8
RASGOS FISIOGRAFICOS E HIDROGRAFICOS . . . . .	12
Unidades Fisiográficas . . . . .	12
Zona de las Montañas Escarpadas . . . . .	12
Zona Montañosa Compuesta . . . . .	12
Hidrografía . . . . .	13
ESTRATIGRAFIA . . . . .	15
Eratema Paleozoico . . . . .	15
Complejo Acatlán . . . . .	15
Definición . . . . .	15
Sistema Jurásico . . . . .	18
Conglomerado Cualac? . . . . .	18
Definición . . . . .	18
Litología . . . . .	19
Estructura . . . . .	20
Relaciones Estratigráficas . . . . .	21
Paleontología . . . . .	21
Edad . . . . .	21
Correlación . . . . .	22
Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna . . . . .	23
Definición . . . . .	23
Litología . . . . .	25
Limolita carbonosa . . . . .	25
Lodolita . . . . .	28
Subarcosa . . . . .	29
Estructura . . . . .	31
Relaciones Estratigráficas . . . . .	32
Paleontología . . . . .	33
Edad . . . . .	33
Correlación . . . . .	35
Algunos rasgos descriptivos de las zonas de carbón . . . . .	35
Zona de Carbón I . . . . .	36
Zona de Carbón II . . . . .	36
Formación Simón . . . . .	38
Definición . . . . .	38
Litología . . . . .	39
Subarcosa . . . . .	40
Limolita . . . . .	41

Estructura . . . . .	42
Relaciones Estratigráficas . . . . .	42
Paleontología . . . . .	43
Edad . . . . .	43
Correlación . . . . .	43
Formación Otatera . . . . .	44
Definición . . . . .	44
Litología . . . . .	44
Estructura . . . . .	46
Relaciones Estratigráficas . . . . .	46
Paleontología . . . . .	47
Edad . . . . .	48
Correlación . . . . .	48
Formación Yucuñuti . . . . .	49
Definición . . . . .	49
Litología . . . . .	50
Cuarzarenita . . . . .	50
Limolita . . . . .	51
Biomicrota . . . . .	52
Estructura . . . . .	53
Relaciones Estratigráficas . . . . .	53
Paleontología . . . . .	53
Edad . . . . .	54
Correlación . . . . .	54
Caliza con " <u>Cidaris</u> " . . . . .	55
Definición . . . . .	55
Litología . . . . .	56
Biomicrota . . . . .	56
Biointramicrita . . . . .	57
Estructura . . . . .	58
Relaciones Estratigráficas . . . . .	58
Plaontología . . . . .	58
Edad . . . . .	59
Correlación . . . . .	60
Sistema Terciario . . . . .	60
Conglomerado Allende (nombre nuevo) . . . . .	60
Definición . . . . .	60
Litología . . . . .	61
Estructura . . . . .	63
Relaciones Estratigráficas . . . . .	63
Paleontología . . . . .	63
Edad . . . . .	63
Correlación . . . . .	63
Andesita Yucudaac . . . . .	64
Definición . . . . .	64
Litología . . . . .	65
Estructura . . . . .	66
Relaciones Estratigráficas . . . . .	66
Edad . . . . .	66
Correlación . . . . .	67
Terciario Indiferenciado . . . . .	67
Definición . . . . .	67
Litología . . . . .	67

Estructura . . . . .	68
Relaciones Estratigráficas . . . . .	68
Paleontología . . . . .	68
Edad . . . . .	68
Correlación . . . . .	68
Sistema Cuaternario . . . . .	69
Aluvión . . . . .	69
Caliche . . . . .	69
Suelo . . . . .	70
Rocas Igneas Intrusivas . . . . .	70
Sistema Terciario . . . . .	70
Andesita Intrusiva Yuni (nombre nuevo) . . . . .	71
Definición . . . . .	71
Litología . . . . .	71
Estructura y Relaciones Estratigráficas . . . . .	72
Diques . . . . .	72
Diquestratos . . . . .	73
Edad . . . . .	73
GEOLOGIA ESTRUCTURAL . . . . .	74
Plegamiento . . . . .	74
Anticlinal de Tlaxiaco . . . . .	74
Fallas y Fracturas . . . . .	75
Tectónica, Interrelaciones y Edad . . . . .	77
BOSQUEJO DE EVOLUCION GEOLOGICA DEL AREA . . . . .	79
SUMARIO Y CONCLUSIONES . . . . .	82
APENDICE A. SECCIONES ESTRATIGRAFICAS MEDIDAS . . . . .	87
Conglomerado Cualac? . . . . .	87
Sección medida . . . . .	87
Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna . . . . .	89
Sección medida . . . . .	89
Formación Simón . . . . .	92
Sección medida . . . . .	93
Formación Otatera . . . . .	94
Sección medida . . . . .	94
Formación Yucuñuti . . . . .	95
Sección medida . . . . .	95
Caliza con "Cidaris" . . . . .	96
Sección medida . . . . .	97
Conglomerado Allende . . . . .	97
Sección-tipo . . . . .	97
APENDICE B. LOCALIDADES FOSILIFERAS . . . . .	
Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna . . . . .	99
Formación Otatera . . . . .	100
Formación Yucuñuti . . . . .	100
Caliza con "Cidaris" . . . . .	100
REFERENCIAS . . . . .	101

## T A B L A S

## Tabla (en el texto)

1	Invertebrados y plantas fósiles de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, colectados para este estudio . . . . .	34
2	Análisis químico primario, del carbón de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna . . . . .	37
3	Invertebrados fósiles de la Formación Otatera, colectados para este estudio . . . . .	48
4	Invertebrados fósiles de la Formación Yucuñuti, colectados para este estudio . . . . .	54
5	Invertebrados fósiles de la Caliza con " <u>Cidaris</u> ", colectados para este estudio . . . . .	59

## I L U S T R A C I O N E S

## Figura (en el texto)

1	Mapa de localización . . . . .	4
2	Columna estratigráfica generalizada del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca . . . . .	14
3	Registro de difracción de Rayos X en la limonita carbonosa de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna . . . . .	27

## L A M I N A S

## Lámina (al final del texto)

1	Panorámica del área de Tlaxiaco, afloramientos del Complejo Acatlán y Conglomerado Cualac?
2	Afloramientos de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna.
3	Fotomicrografías del Complejo Acatlán, Conglomerado Cualac? y de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna.
4	Afloramientos de las Formaciones Otatera, Yucuñuti y una muestra de la Caliza con " <u>Cidaris</u> ".
5	Fotomicrografías de las Formaciones Simón, Otatera y Yucuñuti.
6	Afloramientos del Conglomerado Allende, Andesita Yucudaac y Terciario Indiferenciado.
7	Fotomicrografías de la Caliza con " <u>Cidaris</u> ", Conglomerado Allende, Andesita Yucudaac, Terciario Indiferenciado y Andesita Intrusiva Yuní.
8	Invertebrados y plantas fósiles de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, colectados para este estudio.
9	Invertebrados fósiles de la Formación Otatera, colectados para este estudio.
10	Invertebrados fósiles de la Formación Yucuñuti y de la Caliza con " <u>Cidaris</u> ", colectados para este estudio.
11	Tabla de Correlación Estratigráfica de la región noroccidental y central del Estado de Oaxaca, que muestra el desarrollo de la nomenclatura y la posición de las unidades principales.

## Lámina

- 12 Mapa Geológico del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca.
- 13 Secciones Estructurales del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca.
- 14 Bloque Estructural Diagramático del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca.
- 15 Mapa Estructural Esquemático del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca.

## R E S U M E N

El área está situada en la Mixteca Alta Oaxaqueña entre los  $17^{\circ}16'$ - $17^{\circ}22'$ N y  $97^{\circ}41'$ - $97^{\circ}46'$ W, tiene una superficie aproximada de  $50 \text{ km}^2$  en donde afloran rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas.

Las rocas más antiguas que afloran son del Complejo Acatlán del Cambro-Devónico, consiste de esquistos de cuarzo y mica con espesor desconocido. En discordancia le sobreyace la secuencia jurásica, en cuya base está el Conglomerado Cualac? del Aaleniano?, con un espesor de 120 m de guijarros y matatenas. Sobreyaciendo en concordancia están las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna del Bajociano-Batoniano temprano, que consisten de 300 m de limolitas y areniscas con dos zonas de carbón. Les sobreyace la Formación Simón, del Batoniano medio, que consiste de 300 m de subarcosas. Está sobreyacida en concordancia por la Formación Otatera del Batoniano tardío, formada por 200 m de coquinas e intraespatita. Le sobreyace la Formación Yucuñuti del Caloviano, que consiste de 118 m de areniscas, coquinas y biomicritas en capas delgadas. Descansando discordantemente en la Formación Yucuñuti está la Caliza con "Cidaris" del Oxfordiano, formada por 150 m de biomicritas. Sobreyaciendo en discordancia se encuentra el Terciario. La estructura dominante es el flanco de un anticlinal.

Durante el Terciario temprano, se plegó y fracturó el Jurásico, la erosión de los altos topográficos así formados acumuló 100 m de calcilitas del Conglomerado Allende. La actividad magmática del Terciario medio-tardío dió origen a la Andesita Yucudaac, Terciario Indiferenciado y al emplazamiento de la Andesita Intrusiva Yuni. El aluvión cuaternario rellena el río y arroyos. Depósitos de caliche cubren parcialmente las calizas. Los suelos en diferentes espesores cubren partes del área.

## A B S T R A C T

The area is located in the Mixteca Alta region, northwestern Oaxaca, contains about 50 km<sup>2</sup> of exposed Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic rocks between 17°16'-17°22'N and 97°41'-97°46'W.

The oldest rocks are the Acatlán Complex of mica and quartz schists, of Cambro-Devonian age, these have an unknown thickness. The complex is unconformably overlain by a Jurassic sequence. This sequence, from base to top, includes the Gualac Conglomerate? of Aalenian? age, with a thickness of 120 m consisting of pebbles and cobbles. This is conformably overlain by the Zorrillo-Taberna Formations, which are undifferentiated in this area, and are of early Bathonian to Bajocian age, these beds consist of 300 m of sandstones and siltstones and two coal zones. Above these beds lies the Simón Formation of middle Bathonian age, consisting of 300 m of subarkoses. This is conformably overlain by the Otatera Formation of late Bathonian age, consisting of 200 m of intrasparite and coquina. Above this lies the Yucufuti Formation of Callovian age consisting of 118 m of thinly bedded sandstone, coquina and biomicrites. The Yucufuti Formation is unconformably overlain by the "Cidaris" Limestone of Oxfordian age, of 150 m of biomicrites. This sequence is unconformably overlain by the Tertiary. The dominant structure is an anticline.

The Jurassic rocks were folded and faulted during the Tertiary. The mountains thus generated were eroded and partly covered by the 100 m thick calcilitic Allende Conglomerate. The magmatic activity of middle-late Tertiary age gave rise to the Yucudaac Andesite, Undifferentiated Volcanics and the emplacement of the Yuni Intrusive Andesite. Quaternary alluvium fills the streams and river valleys. Caliche deposits partly blanket the limestones, and soils of different thickness cover the area.

## INTRODUCCION

### OBJETIVOS

La literatura geológica de la Mixteca Oaxaqueña es relativamente abundante, empero no existe ningún estudio detallado publicado de la región de Tlaxiaco, a pesar de ser un área de gran significación. Por ello y aprovechando el interés que tiene la Comisión Federal de Electricidad para evaluar los recursos energéticos de la Mixteca, se desarrolló este estudio, planteandose los siguientes objetivos específicos:

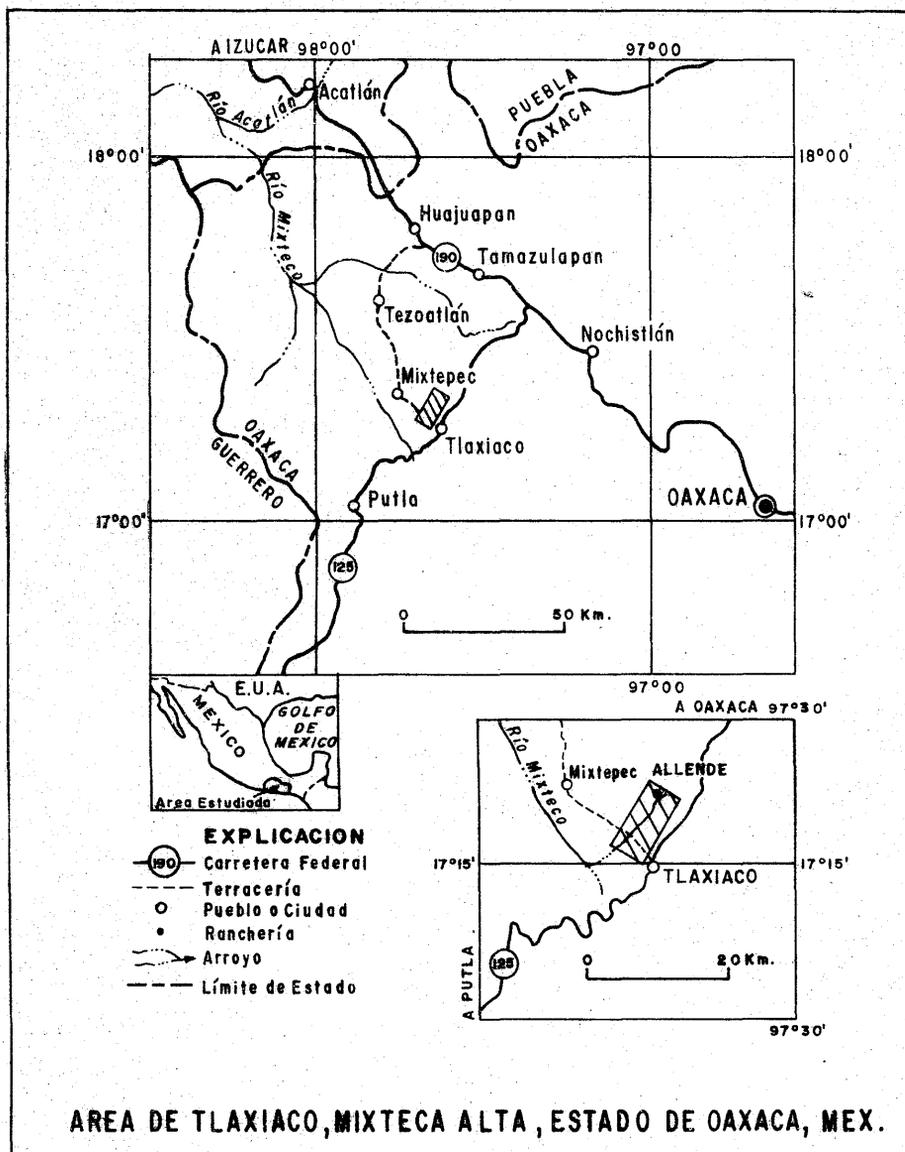
1. Cartografiar y describir con cierto detalle las unidades litoestratigráficas, principalmente las jurásicas.
2. Determinar las relaciones estratigráficas y estructurales de las unidades reconocidas.
3. Ubicar en el contexto anterior, el comportamiento geológico de las zonas de carbón.

### LOCALIZACION

El área de estudio está en la Mixteca Alta, en la porción noroccidental del Estado de Oaxaca. Tiene unos 50 km<sup>2</sup> de superficie donde se encuentran expuestas rocas del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico; se localiza entre los paralelos 17°16' y 17°22' Norte y los meridianos 97°41' y 97°46' Oeste (Figura 1 y Lámina 1, Fig. a).

### VIAS DE COMUNICACION

El camino principal (Figura 1), es la Carretera Federal 125,



**FIG.1.MAPA DE LOCALIZACION**

la cual comienza en el Km 61.4 de la Carretera Federal 190. Tomando esta desviación el primer poblado a los 13 km es San Pedro y San Pablo Teposcolula, a continuación en el km 25, está Santiago Yolomécatl y en el km 56, se encuentra Santa María Asunción Tlaxiaco. El límite del área está a 2 km al noroeste de Tlaxiaco, sobre el camino de terracería que llega a San Juan Mixtepec.

Otro acceso al área de estudio es por Huajuapán de León, a 25 km hacia el sur está Tezoatlán de Segura y Luna (de estos, los últimos 20 km son de terracería); poco más adelante antes de llegar a San Juan Diquiyá, hay una brecha que comunica con San Juan Mixtepec y Tlaxiaco. Esta brecha fué construida por el Banco de México, S.A., durante sus trabajos de exploración por carbón en el año de 1956.

#### CLIMA

El clima del área es templado subhúmedo, con estación de lluvias durante el verano y un invierno templado suave (el clima es Cwbg de Köppen o C(w"₂)(w)big, de acuerdo al sistema modificado por García (1973). La precipitación pluvial anual es del orden de los 1130 mm, la temperatura anual promedio es de 16 a 17°C. Los vientos dominantes proceden del norte. Hay heladas ocasionales. La altitud media es de unos 2000 m. La vegetación principalmente es de pinos y encinos, muy alterada por la actividad humana, muestra variaciones debido a la topografía y litología del terreno.

#### ACTIVIDAD ECONOMICA

Las principales actividades económicas son: Agricultura de

temporal, cosechándose maíz, trigo, frijol, legumbres, pastos y alfalfa. La labor se realiza con yunta de bueyes, ya que los tractores son raros. La fruticultura se practica en escala muy pequeña, la manzana criolla es el cultivo principal.

El pastoreo de ganado vacuno, caprino y lanar es de una importancia secundaria. El comercio se realiza en escala pequeña y mediana en Tlaxiaco; el día de plaza es el sábado. Ocasionalmente hay ferias para conmemorar fiestas paganas.

Las artesanías comprenden la alfarería y el tejido. Se fabrican ollas y vasijas de barro cocido, y se tejen cobijas de lana, prendas de vestir y sombreros de palma.

El turismo prácticamente es nulo; la industria en pequeña escala es representada en la fabricación de chamarras y abrigos de piel.

Tlaxiaco y los principales poblados aledaños tienen electricidad, generada por la Planta Hidroeléctrica de Tamazulapan (2,500 kw). Esta planta usa el agua del Río Atonaltzin cercano a Tamazulapan. El ingreso real por habitante es bajo, de aproximadamente \$50.00 diarios. No obstante, es sorprendente ver el esfuerzo de la población por mejorar su educación, de tal manera que prácticamente todos los poblados tienen su escuela primaria, cuyo edificio lo han construido ellos mismos, e invariablemente es la mejor construcción del lugar. En Tlaxiaco, aparte del Jardín de Niños y la

Escuela Primaria, están la Secundaria y el CEGYT (Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos). En este último se preparan técnicos a nivel medio.

#### ESTUDIOS PREVIOS

En la región de Tlaxiaco-Tezoatlán, se han hecho estudios geológicos, geológico-económicos, estratigráficos y paleontológicos, con una escala de detalle y grado de contribución variables. Cronológicamente, estos son los principales: Felix y Lenk, 1899, geología general; Flores, 1909, geología general; Birkinbine, 1911, geología económica detallada, depósitos de fierro y carbón; Wieland, 1914, paleobotánica del Jurásico; Burckhardt, 1927 y 1930, estratigrafía y paleontología del Mesozoico; Barrera, 1946, geología general; Salas, 1949, geología general; Guzmán, 1950, geología general; Imlay, 1953, correlación de las formaciones jurásicas; Erben, 1956a, 1956b, estratigrafía del Jurásico; Cortés-Obregon et al., 1957, geología económica semiregional, depósitos de carbón; Ochoterena, 1960, paleontología del Jurásico; Alencaster, 1963, Alencaster y Buitrón, 1965, paleontología del Jurásico; Cárdenas-Vargas, 1966, geología general; López-Ticha, 1969, geología económica semiregional y evaluación petrolera; Buitrón, 1970, paleontología del Jurásico y Cretácico; De Cserna, 1970, geología general; Ferrusquía-Villafranca, 1970, geología general; Silva-Pineda, paleobotánica del Jurásico; Avecilla, 1973, paleontología del Jurásico; Ojeda-Rivera, 1975, geología-económica, depósitos de carbón; Ferrusquía-Villafranca, 1976, geología general; Person, 1976, paleobotánica del Jurásico.

Después del estudio de la información disponible de la región Mixteca, la cual en pocas ocasiones alude específicamente el área de Tlaxiaco, se llegó a la conclusión que el único trabajo que contenía una subdivisión litoestratigráfica del Jurásico de la Mixteca era el de Erben (1956b). Este estudio trata del área Diquiyú-El Consuelo-Yucuquimi, en la región de Tezoatlán, Oaxaca. Cabe destacar que el esquema formacional propuesto tiene una base fundamentalmente bioestratigráfica, a grado tal, que algunas unidades tienen que reconocerse por sus fósiles; sus descripciones formacionales son vagas; algunas unidades no aparecen discriminadas cartográficamente, sólo en secciones, y estas, carecen de control topográfico preciso; al comparar las descripciones de las unidades continentales en las áreas de Tezoatlán y Tlaxiaco, se encontraron discrepancias importantes. En opinión del presente autor, esto se debe principalmente a que los ambientes deposicionales fueron de carácter transicional continental-marino, como se discutirá en los capítulos siguientes.

#### METODO DE TRABAJO

El mapa base usado es de restitución fotogramétrica, en escala 1:5,000 con curvas de nivel a cada 5 m. Fué proporcionado por el Consejo de Recursos Minerales. Se efectuaron en él varias modificaciones hasta llegar a la versión final, que aparece en esta tesis.

La cartografía geológica se hizo directamente sobre el mapa topográfico, utilizándose para situar los datos tomados, un altí-

metro Thomen, el cual continuamente se ajustaba con los puntos de control existentes en el terreno.

Las fotografías aéreas disponibles están a la escala 1:50,000, de un vuelo efectuado por la Compañía Mexicana Aerofoto, S.A., en el año de 1967, y se utilizaron en la cartografía geológica para seguir rasgos muy grandes (e.g. fracturas, etc.). Los datos estructurales y las fallas, para mayor seguridad, fueron caminados y pasados al mapa en el momento.

Las secciones estratigráficas se midieron con brújula Brunton y cinta. Los nombres de barrancas, cerros y arroyos fueron proporcionados por los lugareños y autoridades ejidales.

Las zanjas, socavones y el núcleo de los sondeos, ya existían y fueron hechos por el Consejo de Recursos Minerales. El estudio de la información del subsuelo fué útil en la interpretación estratigráfica y en la determinación de la continuidad de las zonas de carbón.

El trabajo geológico se realizó en temporadas de campo de agosto de 1979 a febrero de 1980. El estudio de núcleos, láminas delgadas, paleontología y análisis químicos se llevó a cabo de agosto de 1980 a marzo de 1981.

Las descripciones petrográficas se basan en datos de campo y las efectuó el autor en el Instituto de Geología de la U.N.A.M. La nomenclatura petrográfica de las rocas sedimentarias es la de

Folk (1968), la clasificación de las rocas ígneas es la de Streckeisen (1965) y la terminología usada para las rocas ígneas y metamórficas es la de Williams, Turner y Gilbert (1954).

La determinación de los invertebrados fósiles la hicieron las Dras. Gloria Alencaster y Blanca E. Buitrón, de las plantas fósiles la hizo la Dra. Alicia Silva Pineda, todas investigadoras del Instituto de Geología.

El análisis químico del carbón se efectuó en la Residencia de Estudios Carboníferos del Noreste, Piedras Negras, Coahuila, de la Comisión Federal de Electricidad.

El dibujo de la versión final del mapa, las secciones estructurales, bloque diagramático y demás ilustraciones, fué hecho por el Sr. Luis Burgos.

Las láminas que ilustran el presente estudio, fueron ordenadas en forma de afloramientos, fotomicrografías, fósiles, mapas y secciones como sigue: Lámina 1, Fig. a, Panorámica del área de Tlaxiaco, Fig. b, afloramiento del Complejo Acatlán, Figs. c y d, afloramientos del Conglomerado Cualac; Lámina 2, Figs. a, b, c y d, afloramientos de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, Figs. e y f, afloramientos de la Formación Simón; Lámina 3, Fig. a fotomicrografía de la litología típica del Complejo Acatlán, Fig. b, fotomicrografía de la litología típica del Conglomerado Cualac, Figs. c, d y e, fotomicrografías de las litologías de las Forma-

ciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna; Lámina 4, Fig. a, contacto de la Formación Simón con la Formación Otatera, Fig. b, afloramiento de la Formación Otatera, Fig. c, afloramiento de la Formación Yucuñuti, Fig. d, muestra de la Caliza con "Cidaris"; Lámina 5, Figs. a y b, fotomicrografías de las litologías típicas de la Formación Simón, Fig. c, fotomicrografía de la litología típica de la Formación Otatera, Figs. d, e y f, fotomicrografías de las litologías típicas de la Formación Yucuñuti; Lámina 6, Figs. a y b, afloramiento y muestra del Conglomerado Allende, Fig. c, afloramiento de la Andesita Yucudaac, Fig. d, afloramiento del Terciario Indiferenciado; Lámina 7, Figs. a y b, fotomicrografías de las litologías típicas de la Caliza con "Cidaris", Fig. c, fotomicrografía del cementante del Conglomerado Allende, Fig. d, fotomicrografía de la litología típica de la Andesita Yucudaac, Fig. e, fotomicrografía de una litología del Terciario Indiferenciado, Fig. f, fotomicrografía de la litología típica de la Andesita Intrusiva Yuni; Lámina 8, Figs. A,B,C,D,E,F,G y H, invertebrados y plantas fósiles de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, colectados para este estudio; Lámina 9, Figs. A,B,C,D y E, invertebrados fósiles de la Formación Otatera, colectados para este estudio; Lámina 10, Figs. A y B, invertebrados fósiles de la Formación Yucuñuti, colectados para este estudio, Figs. C,D,E y F, invertebrados fósiles de la Caliza con "Cidaris", colectados para este estudio; Lámina 11, Tabla de Correlación Estratigráfica de la región noroccidental y central del Estado de Oaxaca, que muestra el desarrollo de la nomenclatura y la posición de las unidades principales; Lámina 12, Mapa Geológico del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta,

Oaxaca; Lámina 13, Secciones Estructurales del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca; Lámina 14, Bloque Estructural Diagramático del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca; Lámina 15, Mapa Estructural Esquemático del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca.

## R A S G O S F I S I O G R A F I C O S

### E H I D R O G R A F I C O S

El área de estudio forma parte de la Sub-provincia Tierra Alta Oaxaqueña de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur (Raisz, 1964). Esta provincia comprende desde la faja Neovolcánica hacia el sur hasta el Istmo de Tehuantepec. La parte oeste de las Tierras Altas Oaxaqueñas, en el área de Tlaxiaco, es una plataforma larga formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

### UNIDADES FISIOGRAFICAS

El área se dividió en las siguientes unidades fisiográficas informales:

#### Zona de las Montañas Escarpadas

Son las Sierras con dirección oriente-poniente que forman la parte occidental del área, tienen altitudes de 2050 a 2300 m. Estas sierras están constituidas por rocas metamórficas.

#### Zona Montañosa Compuesta

Esta unidad se ha subdividido en dos: Lomeríos, y Mesas y Cerros Abruptos. Los lomeríos, ocupan la porción central del área, tienen una oscilación altitudinal de 2025 a 2200 m. Son bajos y

están constituidos por la secuencia sedimentaria del Jurásico.

Las Mesas y Cerros Abruptos constituyen la parte mas alta de la Zona Montañosa Compuesta; están formados por rocas volcánicas. Pequeñas mesas aisladas de derrames andesíticos cubren los lomeríos. Los Cerros Abruptos ocupan la parte oriental del área. Su oscilación altitudinal es de 2200 a 2300 m.

#### HIDROGRAFIA

El río y arroyos que drenan el área forman parte de la cabecera del Río Balsas. El Río Numí es el principal, atraviesa de norte a sur el área de estudio. En este sentido se le juntan de su margen derecha el Arroyo Yuticuani, de su margen izquierda el Arroyo de Allende; poco más adelante se junta el Arroyo de Tierra Amarilla, el Arroyo Yujava, el Arroyo Chicavanaicuche, el Arroyo Jonpérez, Arroyo Yuni, el Arroyo de la Mina y el Arroyo de Doña Chona.

El Río Numí o Tlaxiaco se junta aguas abajo y ya fuera del área con el Río Juxtlahuaca, formando el Río Mixteco. El Río Mixteco sigue un curso de sur a norte, recogiendo primero al Río Salado y después al Río Acatlán hasta llegar al Río Balsas.

Los arroyos son intermitentes y tienen agua solamente en la estación lluviosa. El resto del año solamente el Río Numí tiene aguas en algunas partes del canal principal. La red hidrográfica es joven. Se distinguen dos patrones de drenaje, rectangular y dendrítico. El drenaje rectangular se encuentra en la Zona de las

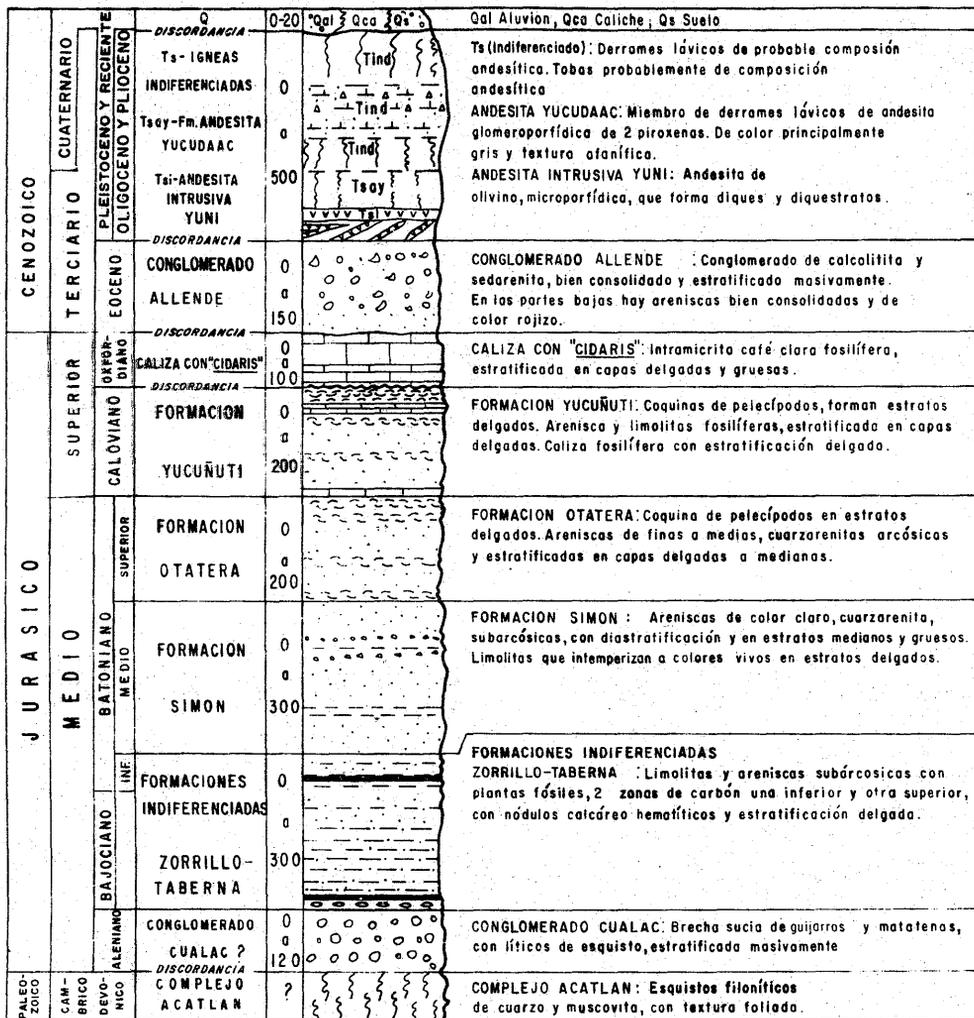


FIG.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DEL AREA DE TLAXIACO, MIXTECA ALTA, ESTADO DE OAXACA.

Montañas Escarpadas en tanto que en la Zona Montañosa Compuesta tenemos el drenaje dendrítico.

## E S T R A T I G R A F I A

En el área afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuya edad varía del Paleozoico al Reciente (Figura 2). Las rocas ígneas incluyen tanto extrusivas como intrusivas, ambas de edad terciaria. Las rocas sedimentarias mesozoicas incluyen depósitos de ambiente continental y marino, las cuales constituyen el flanco de un anticlinal. Las rocas sedimentarias cenozoicas, son depósitos continentales. Las rocas metamórficas consisten de esquistos, los cuales revelan diferentes períodos de deformación y cuya edad se adjudica al Paleozoico.

### ERATEMA PALEOZOICO

#### Complejo Acatlán

Definición.- Ortega-Gutiérrez (1978:p.112) nombró este complejo, tomando el término de Acatlán, Puebla, la población principal dentro del área de afloramientos de estas rocas metamórficas y les asignó una edad cambro-devónica. Ortega-Gutiérrez (1978:p. 114) define así la litología y estructura de este complejo:

"Las características mas distintivas del Complejo Acatlán son su intensa alteración metamórfica regional y su deformación externa, que se manifiesta mediante una foliación compuesta, penetrante y posición que varía desde vertical, hasta horizontal. El rumbo de esta foliación de generación múltiple se mantiene predominantemente hacia el norte, norponiente y nororiente. De igual manera que la foliación, la lineación tectónica del Complejo es compuesta, pero, en este caso, su dirección general es mas consistente hacia el norte, aunque su buzamiento también varía de horizontal a vertical.

En el area tipo, el Complejo Acatlán incluye unidades metasedimentarias tales como pizarras, filita, esquistos, gneis y migmatita; en tanto que las unidades metaígneas están formadas por rocas verdes ofiolíticas, metagranitos y por milonitas. Igualmente, el grado de metamorfismo es muy variable; en términos generales es de bajo grado en la región al poniente de Acatlán, y aumenta paulatinamente hacia el suroriente, hasta llegar a la parte alta de la facie anfibolita, y en los niveles de migmatización anatexítica en los alrededores de Magdalena..."

El nombre de Complejo Acatlán, en el presente estudio, se usa para referirse a las rocas metamórficas que afloran en la parte occidental del área de estudio, cuyo contacto en su mayor parte está limitado por el Río Numí. Su expresión fisiográfica se caracteriza por formar lomeríos de perfiles suaves y escarpados cuya distribución es densa. El Complejo Acatlán es probable que en el área de estudio sea susceptible de ser subdividido estratigráficamente, pero su descripción detallada y su discriminación cartográfica quedan fuera del alcance de este estudio. A continuación solamente se describen las características de estas rocas en sus partes cercanas al contacto con la secuencia del Jurásico.

Estas rocas consisten principalmente de esquistos en los que se aprecian micas gris oscuras que definen una foliación donde destacan zonas limoníticas que alternan con lentecillos alargados de cuarzo blanco (Lámina 1, Fig. b y Lámina 3, Fig. a). De las muestras de afloramientos se escogieron tres para estudio petrográfico.

Se trata de un esquisto de cuarzo y muscovita de textura lepidoblástica. Su foliación es definida por la orientación preferen

te de la muscovita alternando con lenticillos de cuarzo y minerales hematíticos (Lámina 3, Fig. a). La constitución mineralógica es la siguiente:

40% de cuarzo. Se presenta en forma lenticular. El tipo de cuarzo es compuesto, muy probablemente cuarzo metamórfico de deformación. El tamaño de los granos va de 10 a 50 micras.

55% de micas. Son cristales de color pardo rojizo azulado. Su forma es fibrosa en conjuntos foliados. El tamaño es de 2 a 3 micras. Las micas de mayor tamaño se encuentran atravesadas por planos de cizallamiento a lo largo de los cuales están los minerales hematíticos. Estos fueron movilizad<sup>o</sup>s a lo largo de fracturas transversales a la foliación principal.

5% de feldespato, probablemente alcalino. Son cristales de color gris a gris oscuro. Se presenta en cristales fracturados muy irregularmente. Su tamaño va de 30 a 50 micras. No se pudo identificar ninguna variedad.

El espesor expuesto del Complejo Acatlán en el área de Tlaxiaco es desconocido. El contacto inferior no se conoce. El contacto superior se trata de una discordancia erosional que lo separa del Conglomerado Cualac; este contacto en el área de estudio a veces se encuentra afectado por fallamiento (e. g. Arroyo Yuti-cuani).

No se encontraron fósiles ni se dispone de datos radiométricos.

cos para determinar la edad del Complejo Acatlán en el área de Tlaxiaco. No obstante, estas rocas se encuentran en el área-tipo del Complejo Acatlán (Ortega-Gutiérrez, 1978:p.113), esto sugiere que la edad de las rocas metamórficas de Tlaxiaco sea similar a éstas, es decir, cambro-devónica. En consecuencia, se acepta provisionalmente esta misma edad.

## SISTEMA JURASICO

### Conglomerado Cualac?

Definición.- Erben (1956b:p.23) propuso el nombre Conglomerado Cualac, para designar a las rocas llamadas por Guzmán (1950:p. 108) Cuarcitas Cualac. El nombre se tomó de Cualac, Guerrero, la población principal dentro del área de afloramientos de estos conglomerados y le asignó una edad aaleniana. Erben (1956b:p.23) re-define así esta formación:

"Se trata de un conglomerado de matriz general cuarcítica, duro, gris, a veces algo amarillo, que muestra una estratificación mediana hasta casi gruesa. Este conglomerado está compuesto casi exclusivamente de guijarros de cuarzo lechoso, blanco, y que muestra diámetros entre 0.5 y 5 cm. De manera subordinada también se presentan guijarros de micaesquistos y de gneises, aunque con menor frecuencia. Estos proceden del Complejo Basal metamórfico. Entre los bancos de conglomerado en varios niveles, pero de una manera muy subordinada, se intercalan pocos estratos de limolitas y areniscas finas, pardas hasta amarillentas de estratificación delgada."

En el presente estudio, el nombre Conglomerado Cualac? designa a los conglomerados que afloran en el Río Numí principalmente y, se hace extensivo a los cuerpos litológicos y estratigráficamente similares, que se encuentran fuera de esta zona en el área de estudio. El contacto inferior es una discordancia erosional con el Complejo Acatlán y el superior es concordante con las For

maciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna. El espesor total del Conglomerado Cualac? en el área de Tlaxiaco se estima de 120 m. Se describe la sección medida en el Apéndice (p.77-78).

Litología.- El Conglomerado Cualac? es de tipo oligomictico, constituido principalmente por fragmentos de cuarzo blanco incluidos en una mesostasis de limo y mica de color obscuro. Esta mesostasis forma aproximadamente el 5% de la roca. El conglomerado tiene estratificación en capas gruesas de hasta 1.5 m; además se aprecian algunas estructuras primarias tales como, diastratificación y gradación de los granos. Hay alternancia de capas delgadas de limolitas y areniscas finas de color gris a gris obscuro (Lámina 1, Figs. e y d).

Petrográficamente la roca es un conglomerado de guijarros y matatenas (Lámina 3, Fig. b). El 90% aproximadamente está constituido por cuarzo de veta y metacuarcita. La forma del cuarzo es angular y su clasificación es mala. El 10% restante está constituido por la mesostasis del conglomerado. Consiste de granos cuyo tamaño varía de los gránulos a las arcillas, predominando la arena muy fina (80 micras) y el limo mediano (15 micras). La mineralogía de estos granos es como sigue: Cuarzo metamórfico, líticos de esquisto, muscovita, arcillas no identificadas y calcita secundaria. Según Folk (1968) a este tipo de rocas les corresponde una clasificación de: Filarenita micácea inmadura.

El ambiente deposicional más probable es uno de corrientes

fluviales en épocas torrenciales, en una área de cierta actividad tectónica manifestada por procesos de levantamiento.

La composición del conglomerado sugiere una área-fuente constituida principalmente de esquistos atravesados por vetas de cuarzo y muy probablemente es que se trate de los esquistos del Complejo Acatlán.

Las características mencionadas permiten establecer algunas diferencias con relación a la descripción que del Conglomerado Cualac se hace en el área-tipo y en Tezoatlán. La diferencia principal es la madurez textural relativa del conglomerado en Tezoatlán, que contrasta con la inmadurez que tiene en Tlaxiaco, expresada por la angularidad de los clastos y la abundancia de mesostasis limo-arcillosa.

No se dispone de información detallada de superficie y de subsuelo sobre el Conglomerado Cualac?, para decidir si esta diferencia observada representa un cambio de facies en una unidad estratigráfica continua, o por el contrario, se trata de unidades diferentes. Por ello, la identificación de este cuerpo conglomerático en Tlaxiaco es cuestionable.

Estructura.- En general la posición estructural del Conglomerado Cualac? es casi horizontal. Sus echados varían de 10 a 15°, con buzamiento hacia el ENE. Solamente donde se encuentra afectado por fallas u ocupa la parte más inclinada del anticlinal, sus es-

tratos muestran inclinaciones hasta de  $45^{\circ}$ . Las capas del conglomerado forman parte del flanco de un anticlinal cuyo rumbo es sensiblemente norte-sur.

Esta unidad se encuentra afectada por fallas, que se distribuyen a lo largo de la formación. Estas se encuentran en su parte media y en sus contactos inferior y superior. En ellos, el fallamiento es más evidente cuando el conglomerado descansa con cierta inclinación sobre el Complejo Acatlán (e.g. Arroyos Yuticuani, Yonpérez y partes del Río Numí). En una parte (e.g. Cerro de la Carbonera), todo el conglomerado desaparece, a causa sin duda del fallamiento. A lo largo de la parte media, el fallamiento se aprecia en el Río Numí (e.g. Loma Yucuticano). Estas fallas fueron observadas en el terreno e interpretadas en fotografías aéreas.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior del Conglomerado Cualac? se encuentra en discordancia erosional con el Complejo Acatlán. El contacto superior está en concordancia con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna; consiste en el paso gradual a limolitas y limolitas carbonosas de estas formaciones.

Paleontología.- No se encontraron fósiles en el Conglomerado Cualac?.

Edad.- La ausencia de fósiles impide determinar con precisión la edad de ésta formación. Se interpreta que debido al contacto gradual que tiene con las sobreyacentes Formaciones Indiferencia

das Zorrillo-Taberna, de probable edad bajociana-batoniana temprana, la parte superior del Conglomerado Cualac? puede asignarse al Aaleniano tardío. El contacto discordante con el subyacente Complejo Acatlán, impide determinar la edad precisa del conglomerado. En consecuencia, y suponiendo que el razonamiento anterior sea correcto, resulta imposible saber al presente, qué tanto del Aaleniano está representado en el Conglomerado Cualac?.

Correlación.- Si efectivamente la correspondencia litológica y estratigráfica permite reconocer a este cuerpo como el Conglomerado Cualac, ello significa que esta unidad litoestratigráfica está presente en las áreas de Mixtepec y Tezoatlán, Estado de Oaxaca (Erben, 1956b:p.23) y desde luego en Cualac en el Estado de Guerrero (Guzmán, 1950).

La correlación del Conglomerado Cualac? con unidades de edad equivalente en la región centromeridional de México, se ve dificultada por la imprecisión que existe en la edad de esta formación y de algunas de estas unidades. El principal criterio usado ha sido la posición estratigráfica y en segundo lugar la semejanza litológica. Desde luego que la correlación estratigráfica así establecida, tiene carácter muy tentativo. En estas condiciones el Conglomerado Cualac? correlaciona (Lámina 11) con las siguientes unidades litoestratigráficas: Formación Yogana, área de Nochistlán, Oaxaca (Wilson y Clabaugh, 1970), Formación Tecomazuchil, área de Petlalcingo, Puebla (Pérez-Ibargüengoitia et al., 1965).

## Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna

Definición.- Erben (1956b:p.26) dió nombre a la Formación Zorrillo, tomándolo de la Loma del Zorrillo, localizada al este de San Juan Diquiyú, región de Tezoatlán, Oaxaca; designando a este mismo lugar como localidad-tipo. Así también le asignó una edad bajociana temprana. Erben (1956b:p.26) define así esta unidad:

"... está constituida predominantemente de areniscas de grano fino y medio y de limolitas, a veces de una estratificación cruzada. La estratificación de estas rocas es más bien delgada. Además, esta formación contiene limolitas grises amarillentas, finas, que contienen numerosos restos de plantas terrestres así como lutitas carbonosas y mantos de carbón. En algunos niveles existen intercalaciones concrecionarias calcáreo-hematíticas hasta calcáreo-limoníticas que contienen superficies muy irregulares. En la parte superior aumenta el contenido en limolitas grises de estratificación muy delgada, y sobre todo en lutitas y limolitas que contienen concreciones calcáreo-hematíticas de color rojo de vino."

Asimismo, Erben (1956b:p.27) definió a la Formación Taberna, asignándole como localidad-tipo la falda de la Loma de la Tierra Amarilla, arriba del lado sur del Arroyo de la Taberna, al noroeste de San Juan Diquiyú, en la región de Tezoatlán, Oaxaca. Asignándole una edad bajociana media a batoniana temprana. Erben (1956b:p.27) define así esta unidad:

"... consiste de lutitas y arcillas oscuras, así como de lutitas calcáreas oscuras que intemperizan con colores grises, café claros y que contienen abundantes concreciones fosilíferas calcáreo-hematíticas de color rojo de vino y también algunas concreciones calcáreo-limoníticas de color amarillento (diámetros de 5-25 cm aprox.). En algunos niveles estas concreciones están sustituidas por intercalaciones delgadas concrecionarias del mismo tipo. Además se encuentran lutitas del tipo descrito, pero que contienen concreciones esferoidales pequeñas (diámetros de 1.5-5 cm), oscuras, calcáreas y siempre perforadas por organismos fósiles taladrantes. Existen en esta formación además, rocas margositas con crucero y algunos bancos aislados intercalados de una caliza oscura bastante fina que en la superficie, con la intemperización, se hace muy amarilla. Además de algunas limolitas

intercaladas, no típicas, en varios lugares dentro de nuestra formación, existen limolitas finas oscuras, grises negruzcas, con crucero, llenas de canalitos, rellenos y formados por gusanos fósiles muy pequeños..."

El examen de ambas definiciones, denota considerable parecido litológico, que aunado a la relación transicional que las asocia, dificulta enormemente su reconocimiento preciso fuera del área-tipo. Esto se acentúa más, si se tiene en cuenta que el propio Erben (1956b) en su mapa respectivo, no hace una discriminación precisa de ellas. En estas condiciones, ha sido imposible reconocer objetivamente estas unidades, en la parte de la secuencia jurásica de Tlaxiaco donde con más probabilidad podrían estar. En consecuencia se decidió considerar a esta parte de ella, como representada conjuntamente por las Formaciones Zorrillo-Taberna, sin discriminarlas cartográficamente.

El nombre Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, en el presente estudio, designa a las rocas que afloran muy cerca de la rivera del Río Numí y, se hace extensivo a los cuerpos litológicos y estratigráficamente similares que se encuentran fuera de esta zona en el área de estudio (Lámina 12). El contacto inferior es transicional con el Conglomerado Culac? y, el superior, también es transicional con la Formación Simón. El espesor total de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna es variable, sin embargo, un promedio obtenido de la información superficial y del subsuelo es de 300 m. La sección medida se describe en el Apéndice (p.79-82).

Litología.- Las rocas principales son limolitas arcillosas con material carbonoso, plantas e invertebrados fósiles. Su color varía de claro obscuro a gris, predominando el primero hacia la cima. La estratificación es en capas medianas de 30 a 40 cm, cambiando alternadamente hacia la parte superior a lodolitas y areniscas en varias gradaciones (Lámina 2, Figs. a,b,c y d). Se identifica la persistencia de dos zonas de carbón, una en las partes inferiores y otra en las superiores. Localmente en la parte inferior presenta nódulos ferruginosos. Las estructuras principales son: Estratificación convoluta, pistas y tubos de gusanos, diastratificación, laminaciones, estratificación gradacional y rizaduras. El contenido fósil es abundante, incluye plantas terrestres e invertebrados marinos

En estas formaciones es posible reconocer varias litologías, que representan facies, sin embargo, su descripción detallada y discriminación cartográfica quedan fuera del alcance de éste estudio. A continuación se describen brevemente las tres litologías más importantes.

Limolita carbonosa (Lámina 3, Fig. c).- Esta variedad constituye la mayor parte de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna. Su descripción petrográfica media es así:

Los granos clásticos constituyen del 60 al 70% del sedimento. El tamaño de grano varía de limo fino a arena muy fina, pero, la mayor parte de los granos es del tamaño de limo mediano. La mayo-

ría de los granos son angulares y subangulares; la clasificación es de mala a moderadamente buena, con algunos de distribución bimodal. La mineralogía de los granos es la siguiente: Cuarzo 60 a 70%, la forma de algunos es casi equidimensional y alargados. Aproximadamente un quinto de los granos son alargados. Un décimo de los granos muestra extinción fuertemente ondulante, sugiriendo origen metamórfico. El resto de los granos muestra extinción recta o ligeramente ondulante. Las inclusiones son pocas, consisten de vacuolas o microlitos al azar.

Feldespatos, probablemente alcalinos, 5 a 10%. La mayor parte se encuentra alterado en arcillas. En consecuencia fué difícil identificar la variedad predominante.

Mica 10 a 15%, la variedad predominante es la biotita, que se encuentra en estado de alteración, en color pardo, pardo rojizo y azulado. Presenta una orientación persistente. Su tamaño es de 40 a 60 micras.

Calcita, menos del 1%, se presenta en forma anhedral y su origen es secundario.

Material carbonoso 4 a 5%, ópticamente opaco, se le encontró en todas las muestras de núcleo estudiadas. El Dr. E. Martínez (Comunicación personal, febrero, 1981) del Instituto de Geología, reporta la presencia de polen y kerogeno.

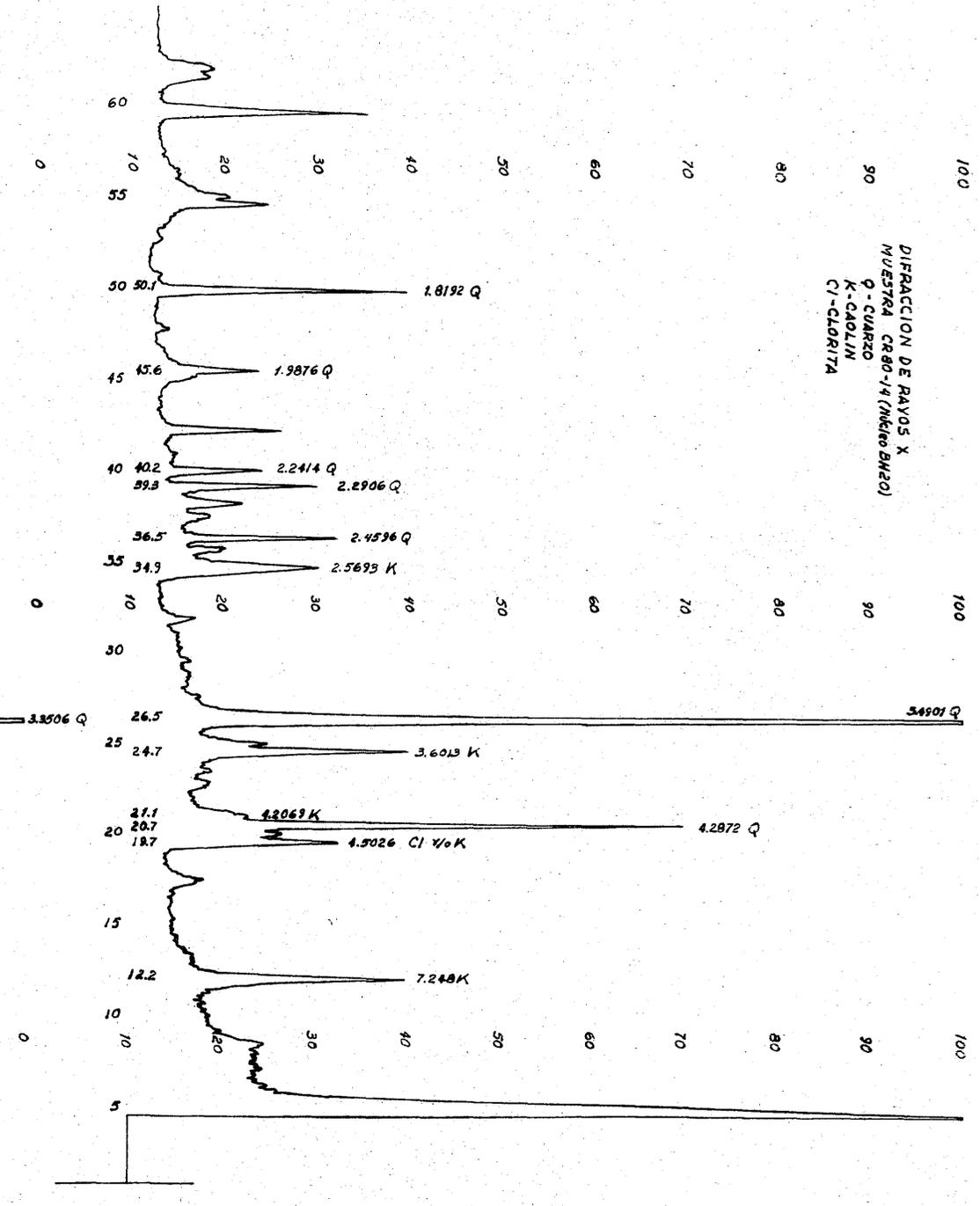
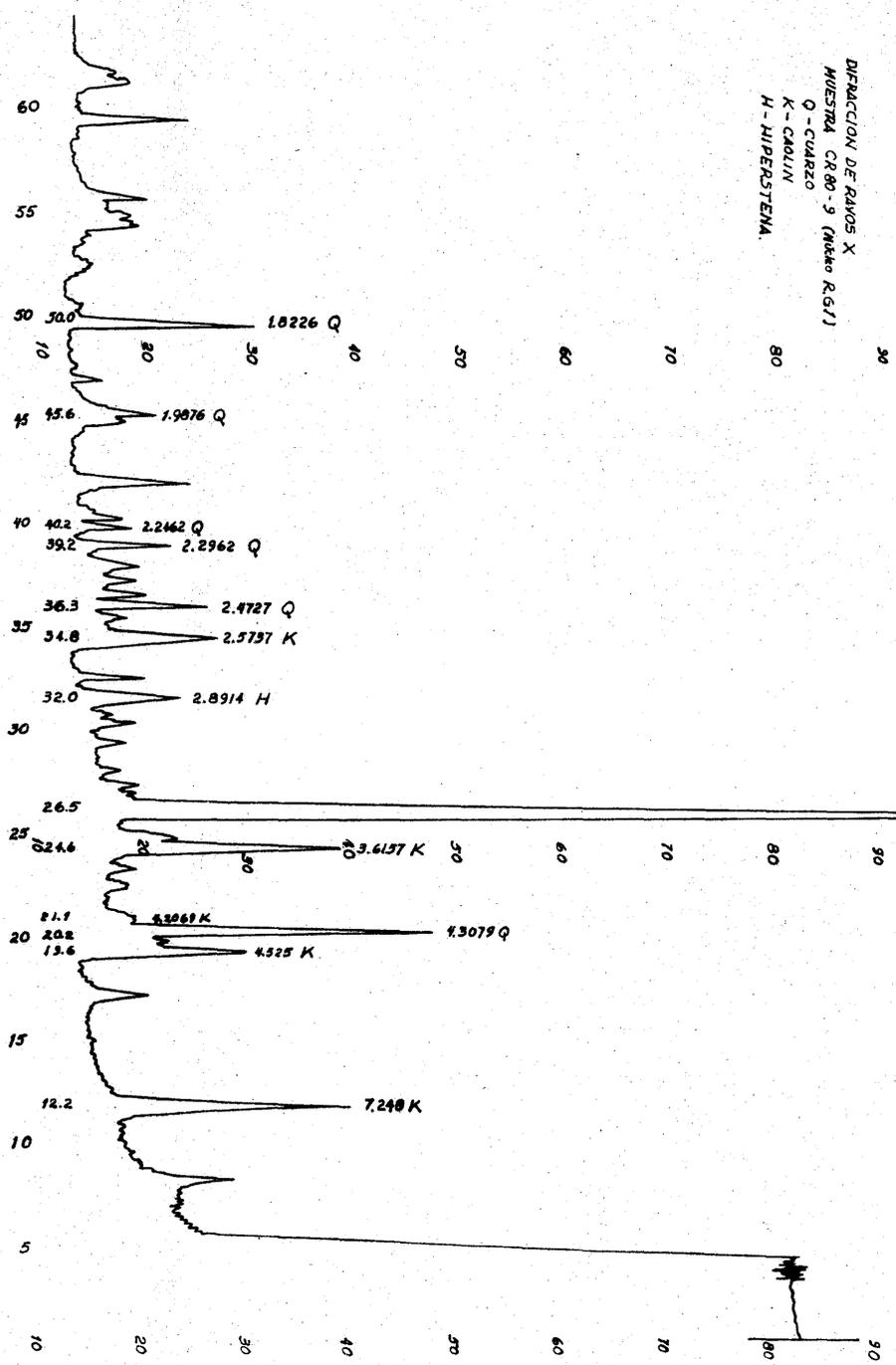


FIG. 3 REGISTRO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X EN LA LIMOLITA CARBONOSA DE LAS FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA (ESTUDIO REALIZADO POR G. VILLASEÑOR)

La mesostasis constituye del 30 al 40% del sedimento. Consiste principalmente de caolín, clorita, illita? y ferromagnesianos no identificados (hiperstena?). La presencia del caolín y clorita se confirmó mediante difracción de Rayos X, realizado por la Maestra Guadalupe Villaseñor, del Instituto de Geología (Figura 3).

La interpretación ambiental sugerida por la textura y otros atributos sedimentarios de esta litología es la de un depósito costero, con influjo marino. El fondo lodoso orgánico indica predominio de condiciones reductoras. El espesor y naturaleza del depósito sugiere hundimiento constante de la cuenca.

Sobre la significación geológica de esta litología se tiene que la presencia de cuarzo de extinción ondulante, de illita y mica, es sugestiva de que el área-fuente probablemente estaba constituida por un terreno metamórfico. La presencia de caolín y arcillas diversas, asociada a la significativa ausencia de feldspatos, sugiere que el grado de intemperización sufrido por los sedimentos antes de ser depositados era muy alto; ello habría ocurrido con mayor facilidad si el clima del área-fuente hubiese sido cálido-húmedo. Considerando la textura parecería que la distancia de transporte fuese moderada a lejana. Es probable que factores no investigados expliquen la acumulación selectiva de este material predominantemente limo-arcilloso.

Lodolita.- Consiste de material clástico, 60 a 70%, dispuesto en una mesostasis arcillosa, 30 a 40%, (Lámina 3, Fig. d).

Los granos clásticos constituyen del 60 al 70% del sedimento, el tamaño del grano varía de limo mediano a arena muy fina, pero, en su mayoría son del tamaño del limo grueso. La mayor parte de los granos son angulares, y su clasificación es mala. La mineralogía es la siguiente: Cuarzo 80 a 90%. La forma de algunos es alargada. La mayoría tiene extinción paralela, lo que indica un origen ígneo. Las inclusiones en su mayoría son raras, pero, cuando las hay son microlitos.

Las micas, 10 a 20%, presentan alteración muy homogénea, tienen forma de manchas, su color es pardo rojizo y pardo azulado.

La mesostasis constituye el 30 o 40% del sedimento, y está constituida por arcilla no identificada y fragmentos del tamaño de la arcilla, los que probablemente sean de ferromagnesianos.

El ambiente de depósito fué costero. Su fondo lodoso estuvo expuesto ocasionalmente a la oxidación subaérea, produciéndose así capas de colores verdes y rosas. El espesor escaso de las capas (Apéndice, p.81) indica hundimiento leve en condiciones tectónicas de quietud.

Subarcosa (Lámina 3, Fig. e).- Los granos clásticos constituyen del 80 al 85% del sedimento, el tamaño de los granos es el de la arena mediana. La mayor parte son subredondeados, y su clasificación es moderadamente buena. La mineralogía es como sigue: Cuarzo 80 a 85%. La forma de los cristales es casi equidimensio-

nal y alargada. Un tercio tiene extinción fuertemente ondulante y compuesta. El resto muestra extinción paralela. Las inclusiones son pocas y en forma de microlitos.

El feldespatos, 15 a 20%, es probablemente alcalino, se presenta en estado fragmentario y su forma es irregular. Su alteración es importante en forma de arcillas. No se pudo determinar la variedad predominante.

La forma subredondeada de los granos, la clasificación moderadamente buena y la geometría del depósito, es decir, de forma alargada y acuñada, indica que son depósitos de canales fluviales.

El clima seco es evidenciado por la presencia inalterada de los feldespatos.

En conclusión, por lo menos dos ambientes de depósito están representados en las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna. Uno costero pantanoso predominando y el otro fluvial más reducido. Los cuales pudieron formar parte de un complejo deltáico.

Las zonas de carbón en estas formaciones, señalan antiguos ambientes pantanosos. En los que se conjugaron las condiciones geográficas y tectónicas para la acumulación de la turba. Estas condiciones esencialmente debieron cumplir con los requerimientos paleogeográficos y tectónicos, para la formación de zonas de carbón, que según Stach et al., (1975:p.9) son:

" 1) un leve y constante ascenso del fondo de agua (tabla), lo cual mantenga principalmente la formación de turba, esto es subsidencia,

2) protección del pantano (por playas, barras de arena, isletas, etc.) en contra de la inundación marina y (mediante diques naturales) en contra de la inundación de ríos, y

3) un relieve de baja energía de la región continental y asimismo un aporte restringido de sedimentos fluviales, ya que de otra forma se interrumpiría la formación de la turba. " (Traducción del presente autor).

La localización del carbón en dos zonas, indica recurrencia de estas condiciones sedimentarias y tectónicas.

En relación a la carbonización, etapas de formación del carbón, características estructurales de la cuenca carbonífera de la Mixteca y paleogeografía, no es posible emitir una opinión precisa, considerándose fuera de los objetivos de este estudio.

Estructura.- Las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna tienen una posición estructural moderadamente inclinada. La inclinación de las capas en la mayor parte del área de estudio es de 20 a 25° hacia el ENE. Solamente en el Arroyo de la Tierra Amarilla, Arroyo Yuticuani y partes cercanas, la inclinación es de 40 a 50° hacia el NE. En otros lugares donde la inclinación es fuerte, se debe a fallas o está asociado a intrusiones. Solamente una falla importante afecta estas formaciones, la Falla Doña Cho-

na núm. 1. Las demás fallas son pequeñas; algunas se han inferido. Las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna están también afectadas por el sistema de fracturamiento que existe en el área de estudio.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior con el Conglomerado Cualac? es transicional en toda el área de estudio. Solamente en una pequeña porción (Cerro de la Carbonera) en donde por efectos de una falla normal, desaparece el Conglomerado Cualac? y está en contacto directo con el Complejo Acatlán. El contacto superior con la Formación Simón en la mayor parte del área de estudio es transicional. En el Cerro de la Carbonera, este contacto es discordante con la Caliza con "Cidaris"; en el Cerro del Aguila, la Loma Verde y lugares cercanos, este contacto es discordante con el Conglomerado Allende (nombre nuevo, este estudio).

Las relaciones estratigráficas laterales en estas formaciones (Lámina 13) se basan en información de subsuelo. La posición del cambio lateral, está inferido en todas las Secciones Estructurales. En el presente estudio, se considera que en estas formaciones existen cambios laterales de facies. Para el caso de las Secciones Estructurales A-A', B-B' y C-C' (Lámina 13), en donde hay involucradas dos fallas, es posible que el salto de éstas haya ocasionado la yuxtaposición de dos litologías diferentes y la profundización del carbón. Para tal caso, se tiene que suponer un salto de por lo menos 300 m y, el desarrollo longitudinal de estas fallas de varios kilómetros. En relación a este problema,

el autor opina que se han conjugado dos fenómenos: El cambio lateral de facies y la afectación de las fallas. El cambio lateral de facies fué debido a la presencia principalmente de canales fluviales, habiendo en apoyo de esto, una gruesa secuencia de areniscas con diastratificación (Lámina 13, B-7). La afectación de las fallas con un desplazamiento de aproximadamente 50 m.

Paleontología.- En la Tabla 1, Lámina 8 y Apéndice B, se enlistan e ilustran los taxa encontrados en las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna. Los moluscós son pelecípodos cosmopolitas y denotan un ambiente marino o salobre (B. Buitrón, comunicación escrita, 17-II-1981). La macroflora encontrada (Silva-Pineda, comunicación escrita, 8-I-1981), corresponde a formas descritas para la Mixteca, las cuales son plantas propias de una vegetación continental de clima cálido y húmedo (Wieland, 1914; Silva-Pineda, 1970; Person, 1976). Se reporta la presencia de palinomorfos, pero no se les identificó (Martínez-Hernández, comunicación oral, febrero de 1981).

Edad.- El amplio alcance estratigráfico de los fósiles encontrados en estas formaciones no permite precisar la edad. Los invertebrados de estas formaciones oscilan cronológicamente del Bajociano al Caloviano. Las plantas encontradas tienen un alcance estratigráfico aún mayor (Person, 1976). Considerando que el alcance estratigráfico de los fósiles coincide en el intervalo Bajociano-Batoniano, y que en la región-tipo, las Formaciones Zorrillo y Taberna con base en amonitas característicos, fueron asignadas

Tabla 1. Invertebrados y plantas fósiles de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, colectados para este estudio.<sup>+</sup>

---



---

Invertebrados

PHYLUM MOLLUSCA

Clase Pelecypoda

Lucinidae

Lucina cf. L. bellona d'Orbigny

Astartidae

Astarte sp.

Trigoniidae

Vaugonia (Vaugonia) v-costata (Lycett) mexicana Alencaster.

Trigonia (Indotrigonia) impresa Sowerby

Plantas

DIVISION TRACHEOPHYTA

Clase Cycadeoidales

Williamsoniaceae

Williamsonia netzahualcoyotlii Wieland

Cycadeoidaceae

Ptilophyllum sp.

Otozamites reglei (Brongniart) Saporta

Otozamites paratypus Wieland

Otozamites obtusus (Lindley y Hutton) Brongniart

Anozamites lindleyanus Shimper

Zamites caxacencis (Wieland) Person

Zamites lucerensi (Wieland) Person

---

<sup>+</sup>Identificados por las Dras. Blanca E. Buitrón y Alicia Silva-Pineda, investigadoras del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

por Erben (1956b) al Bajociano-Batoniano temprano, se asigna tentativamente este intervalo como la edad más probable para las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna en el área de Tlaxiaco.

Correlación.- La interpretación geocronológica que se tiene para estas formaciones en particular y para las diversas formaciones jurásicas medias de la parte centro-meridional de México, ocasiona que la correlación de estas unidades tenga necesariamente un carácter tentativo. Así se les correlaciona con las Formaciones Etlaltongo y Yogana de Oaxaca (Schlaepfer, 1970;p.85 y, Wilson y Clabaugh, 1970:p.120), y con la Formación Tecamazuchil de Puebla (Pérez-Ibargüengoitia et al., 1965:p.10)

Algunos rasgos descriptivos de las zonas de carbón.- Se tiene conocimiento de la existencia de carbón en la región Mixteca del Estado de Oaxaca desde 1882 (Ramírez). A partir de entonces, se han efectuado algunos estudios geológico-económicos tendientes a evaluar este recurso (cf. Birkinbine, 1911; Cortés-Obregón et al., 1957; Ojeda-Rivera, 1975); sin embargo, ninguno ha correspondido al área de Tlaxiaco, de ahí que ese haya sido uno de los objetivos del presente estudio.

La descripción de las zonas de carbón que se da a continuación, fué posible mediante el estudio de las zanjas, socavones y sondeos (hechos por personal del Consejo de Recursos Minerales), cuya localización está en la Lámina 12. Ello permitió suplementar las observaciones de afloramientos naturales.

La Zona de Carbón I (inferior) se localiza en promedio a 270 m de profundidad, y el Conglomerado Cualac? a unos 300 m de profundidad. La Zona de Carbón II (superior) está a una profundidad promedio de 70 m. Entre las dos zonas se calcula que hay rocas clásticas con un espesor promedio de 200 m.

Zona de Carbón I.- Se encuentra presente en toda el área. En la parte centro meridional se observaron espesores de 1 a 2 m en las zanjas 26, 38, 41 y socavón 1, que se localizan en las Lomas Yucuticano y Yupedro, y en el Arroyo de la Mina.

En la parte central el afloramiento se encuentra afectado por pequeñas fallas, lo que hace que localmente la estratificación sea casi vertical.

En la porción norte del área (zona de Allende), están los afloramientos de carbón de mayor espesor. En el Arroyo Yuticuani hay tres intervalos de carbón, cuyo espesor, de abajo hacia arriba es como sigue: 3 m, 10 m y 5 m. Entre el intervalo de 10 m y 5 m, hay 15 m de limolitas y areniscas muy finas. El carbón contiene láminas de lutitas.

Zona de Carbón II.- Se localiza solamente en las partes norte y sur del área. En la parte sur hay espesor que van de 1.5 a 2 m, y se pueden apreciar en las Zanjas 2 y 4 localizadas en el Cerro de la Carbonera.

Tabla 2. Análisis químico primario del carbón, de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna.

ZONA DE CARBON I								
Análisis Primario <sup>+</sup>								
Fecha de análisis: marzo de 1980 y febrero de 1981.								
Localización	Espesor (metros)	Hume dad %	Materia Volátil %	Carbón Fijo %	Geni za %	Poder Calorífico Cal/gr	BTU/lb	Densi dad Real
Sondeo núm. 12 prof.: 188.30 m	1.30	1.05	10.87	42.33	45.75	4333	7799	1.83
Sondeo núm. 13 prof.: 24.50 m	1.10	0.98	11.76	52.68	34.58	5541	9974	1.57
Sondeo núm. 9 prof.: 49.50 m	1.50	1.18	10.30	59.65	28.87	5996	10793	1.53
Sondeo núm. 3 prof.: 42.00 m	1.80	1.33	8.60	43.51	46.56	4301	7742	1.83
Sondeo núm. 6 prof.: 86.50 m	1.00	1.11	10.30	45.13	43.46	4507	8113	1.80
Zanja núm. 26	1.00	7.75	14.97	33.42	43.86	3259	5866	1.87
Zanja núm. 41	2.00	1.63	15.62	55.73	27.02	5902	10624	1.52
Zanja núm. 38	2.00	16.38	17.32	18.45	47.85	1942	3508	2.02
Socavón núm. 4	1.00	5.07	20.29	29.71	44.93	3173	5711	1.88
Socavón núm. 5	1.50	12.43	19.94	27.81	39.82	2854	5137	1.83
PROMEDIO	1.40	4.89	14.00	40.84	40.27	4181	7527	1.77
ZONA DE CARBON II								
Sondeo núm. 21 prof.: 81.50 m	3.40	0.85	17.53	51.90	29.72	5620	10116	1.50
Zanja núm. 2	1.50	3.72	17.43	50.33	28.52	5094	9169	1.61
Zanja núm. 4	2.00	2.80	14.44	39.33	43.43	4085	7353	1.75
PROMEDIO	2.30	2.46	16.47	47.19	33.89	4933	8879	1.62

<sup>+</sup>Laboratorio Químico, Residencia de Estudios Carboníferos del Noreste, Piedras Negras, Coahuila, "Comisión Federal de Electricidad".

En la parte norte del área (zona de Allende) también están los afloramientos de mayor espesor. En la Barranca de la Loma Verde se observa un espesor muy persistente de 4 m. Este carbón contiene láminas lenticulares de lutitas. Se aprecia un recubrimiento extenso de alteración, que impidió realizar observaciones más precisas. Hay espesores de unos 2 m en el Arroyo de la Tierra Amarilla, localizado en la Loma Yupedro.

Los resultados del análisis químico primario del carbón, están en la Tabla 2. Según la clasificación de carbón elaborada por la American Society of Testing Materials (Hammond et al., 1973, fide Tatsch, 1980:p.19-20), el carbón del área de Tlaxiaco es de tipo sub-bituminoso, asignable a los Grupos A, B y C. En consecuencia, resultan adecuados para usarse como combustible de plantas carboeléctricas. El cálculo de las reservas escapa al objeto de este estudio, y por lo tanto, no se realizó.

#### Formación Simón

Definición.- Erben (1956b:p.29) definió a la Formación Simón, seleccionando como localidad-tipo el Arroyo del Simón en la Barranca del Carrizo, al noreste de San Juan Diquiyú, en la región de Tezoatlán, Oaxaca, y asignándole una edad batoniana media. Erben (1956b:p.29) define así esta unidad:

"... contiene areniscas amarillentas o café, de grano medio hasta grueso y de estratificación mediana hasta gruesa. Además hay areniscas de grano fino, cuarcitas claras que contienen esferoides endurecidos, grandes (diámetros 20-25 cm), café claro, areniscas conglomeráticas y limolitas y loditas a veces de colores vivos. Existen en esta formación aproximadamente en la mitad de su espesor, un conglomerado de tipo "Conglomerado Gualac", es decir un conglomerado de una matriz cuarcítica, dura gris, conteniendo guijarros de cuarzo lechoso. Este conglomerado, sin embargo,

contiene guijarros menos numerosos y de menos tamaño que los del Conglomerado Gualac genuino. A veces en el conglomerado correspondiente de la Formación Simón los guijarros de cuarzo se pierden completamente, de manera que en estos casos se trata de una cuarcita gris. Además, en la Formación Simón se encuentran lutitas carbonosas y mantos de carbón, así como unos pocos bancos de caliza oscura, fina, amarilla en la superficie. "

El nombre de Formación Simón, en el presente estudio, designa a las areniscas que afloran predominantemente en el Arroyo de Allende y, se hace extensivo a los cuerpos litológicos y estratigráficamente similares, que se encuentran fuera de este lugar en el área de estudio. El contacto inferior es transicional con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna y el superior es abrupto con la Formación Otatera. El espesor promedio de la Formación Simón es de 300 m, el que se estimó mediante información superficial. La sección medida se describe en el Apéndice (p. 92-94).

Litología.— La parte principal de la Formación Simón es una arenisca subarcósica media a muy gruesa, de color gris claro, estratificada en capas de 0.40 a 1 m y algunas de 1.5 m cuando aumenta el tamaño del grano, alternando en poca proporción con capas delgadas de limolitas en colores rojizos y grises. En diferentes partes se encuentra una unidad de cuarzarenitas cuyo espesor varía de los 10 a los 50 m. Localmente se encuentran nódulos ferruginos de color rojo. La estructura predominante de estas areniscas es la diastratificación (Lámina 2, Figs. e y f; Lámina 4, Fig. a).

La Formación Simón está constituida por algunas variedades litológicas cuya descripción detallada y discriminación cartográfica

fica quedan fuera del alcance de este estudio. A continuación se describen las litologías más abundantes.

Subarcosa.- Esta litología constituye la mayor parte de la formación (Lámina 5, Fig. a).

Los granos clásticos representan el 95% del sedimento. Su clasificación es la siguiente: Cuarzo 80%. La cuarta parte muestra extinción ondulante y compuesta, lo que sugiere un origen metamórfico. El resto muestra extinción paralela. Las inclusiones son pocas y en forma de microlitos.

Feldespato probablemente alcalino, 15 a 20%. La forma de los granos es irregular. Tiene una fractura muy desarrollada, se le observa una abundante fragmentación. No fué posible determinar la variedad predominante.

Se presentan trazas de mica, principalmente biotita. Los minerales pesados (granate y turmalina) se presentan en trazas.

La mesostasis constituye el 5% del sedimento. Consiste principalmente de pequeños cristales del tamaño del limo mediano que probablemente sean de cuarzo y mica; el resto está constituido por arcilla no identificada y hematita secundaria. En algunas muestras, se encontró también calcita secundaria como relleno entre los espacios porosos.

El ambiente de depósito fué probablemente de playa. El espesor considerable de esta formación, indica condiciones tectónicas de hundimiento relativamente lento.

La petrografía de esta litología sugiere que el área-fuente debió estar constituida por rocas metamórficas, posiblemente del Complejo Acatlán. El cuarzo ígneo indica la existencia de cuerpos ígneos.

La presencia relativamente abundante de feldespatos indica un aporte continuo tal vez ocasionado por un levantamiento rápido del área-fuente.

Limolita.- Su textura es de microcristales subhedrales y anhedrales con buena clasificación (Lámina 5, Fig. b). Su tamaño en un 90% varía de 2 a 3 micras, es decir, limo fino y arcilla. La variedad de arcilla no está determinada, pero se encuentra en poca proporción. Los granos de limo fino probablemente son de cuarzo, calcedonia y ferromagnesianos dentro de los que es notoria la mica en estado de alteración avanzado.

Cuarzo, 5 a 10%. Se presenta en forma dispersa. En una distribución bimodal y con mala clasificación. La forma de los granos es anhedral y subhedral. Presenta extinción ondulante y paralela, lo que sugiere un origen metamórfico e ígneo. Los granos tienen un tamaño de 15 micras (moda), es decir, limo mediano.

El tamaño de los granos sugiere una distancia de transporte lejana a moderadamente lejana. El ambiente de depósito era probablemente fluvial, donde su fondo lodoso estaba periódicamente expuesto a la oxidación subáerea, produciéndose así capas de colores rojizos.

De lo anterior se puede concluir que la Formación Simón se generó por la conjugación de dos ambientes de depósito: De playa y fluvial, con predominio del ambiente de playa. Su asociación se realizó muy probablemente en una llanura de inundación con clima árido. El espesor predominante de esta formación indica condiciones tectónicas de quietud.

Estructura.- Las capas de la Formación Simón están inclinadas de 15 a 20° hacia el ENE. En otros lugares donde la inclinación es mayor, se debe a fallas (e.g. en el Arroyo de Allende), o a fracturas (e.g. en la Loma Yucuticano).

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior es concordante con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna en toda el área de estudio. El contacto superior es concordante y transicional con la Formación Otatera (e.g. Arroyo de Doña Chona y Arroyo de Allende). En otros sitios, el contacto superior es discordante con el Conglomerado Allende o con el Terciario Indiferenciado; y en partes solamente está cubierta por el aluvión cuaternario.

Lateralmente hacia el sur del área la Formación Simón se adelgaza hasta acuñaarse. A causa probablemente de las características de su cuenca de depósito. Esto es favorecido por el efecto de la Falla Doña Chona núm. 1, la que parcialmente hace que el espesor de esta unidad sea adelgazado.

Paleontología.- No se encontraron fósiles en esta formación.

Edad.- En ausencia de información objetiva paleontológica ó radiométrica, la determinación de edad se apoya en las relaciones estratigráficas. La Formación Simón sobreyace transicionalmente a las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, cuya edad probable es bajociana-batoniana temprana, y subyace concordantemente a la Formación Otatera (cuya edad probable es batoniana tardía). Entonces la edad más probable para la Formación Simón queda en el intervalo del Batoniano medio.

Correlación.- La falta de objetividad en las determinaciones de edad para la Formación Simón y unidades comparables en la parte centromeridional de México, le confieren un carácter muy tentativo a la correlación que se establezca. Así, la Formación Simón es correlacionable con la parte media de la Formación Etlaltongo (Schlaepfer, 1970) y de la Formación Yogana (Wilson y Clabaugh, 1970), ambas del Estado de Oaxaca, y con la Formación Tecomazuchil, área de Petlalcingo, Puebla (Pérez-Ibargüengoitia et al., 1965).

## Formación Otatera

Definición.- Con este nombre Erben (1956b:p.30) designó a la secuencia de rocas sedimentarias que tienen su localidad-tipo en la parte central y salida septentrional de la Cañada Otatera del Rfo Rosario en la región de Tezoatlán, Oaxaca, asignándole una edad batoniana tardía. Erben (1956b:p.30) define así a esta unidad:

"... consiste de areniscas de grano fino a medio, de estratificación delgada y muchas veces de estratificación diagonal y cruzada. Además existen en esta formación areniscas de grano fino cuarcíticas, limolitas y lodolitas de color café claro a beige, lutitas oscuras con concreciones calcáreo-hematíticas de color rojo de vino y calcáreo-limoníticas de color amarillento, así como bancos ocasionales de calizas oscuras. Muy frecuentes son, además, calizas oscuras y limolitas calcáreas, ambas desarrolladas en forma de coquinas de Ostrea sp. mostrando siempre las ostras, conchas bien negras. En algunos niveles, además, se encuentran coquinas sueltas de Pseudotrapezium aff. cordiforme (DESH.), que a veces contiene bastante yeso en plaquitas delgadas o substituyendo las conchas de los fósiles..."

El nombre Formación Otatera, en el presente estudio, designa a las coquinas y areniscas que afloran en el Arroyo de Doña Chona y se hace extensivo a los cuerpos estratigráficamente similares, que se encuentran fuera de este lugar y dentro del área de estudio. El contacto inferior es con la Formación Simón y el superior es con la Formación Yucuñuti. El espesor total de la Formación Otatera en la sección medida es de 170 m. La sección medida se describe en el Apéndice (p.94-95).

Litología.- La mayor parte de la Formación Otatera está constituida por coquinas de color negro de Eocallista, Pleuromya, Cre-

notrapezium y ostréidos (Gryphaea?). Las coquinas se encuentran intercaladas principalmente con capas calcáreas de intraespatita (Lámina 4, Fig. b) de color gris cremoso, en las que destacan cristales blanquecinos de calcita y muy pequeños fragmentos de conchas de color negro. El conjunto de coquinas con intercalaciones de rocas calcáreas forman capas delgadas de 4 a 5 cm. La parte superior de la Formación Otatera está constituida por areniscas de grano fino a grueso en capas que varían de 1 a 20 cm de espesor. De las diferentes litologías presentes en esta formación la intraespatita es la predominante.

La intraespatita (Lámina 5, Fig. c) texturalmente es submadura, y contiene fragmentos líticos de toba, subarcosa y cuarzo compuesto. La textura corresponde a una calcarenita gruesa, con fragmentos líticos subredondeados de dos clases de tamaños. La composición de los granos es la siguiente: Espatita 90%, líticos de subarcosa 3%, líticos de toba 3%, cuarzo volcánico 2% y feldespato probablemente alcalino 2%.

La mesostasis está constituida principalmente por calcita espática, cuyo tamaño de los granos es de 5 a 10 micras.

La mineralogía presente, sugiere una fuente de origen sedimentaria probablemente constituida por subarcosas con la presencia de capas de tobas.

El origen de estas rocas es principalmente químico, con un

aporte esporádico de sedimentos terrígenos. Según Folk (1968) el ambiente deposicional para este tipo de sedimentos debió haber sido nerítico con aguas someras, en donde había la energía suficiente para erosionar la calcita microcristalina y volverla a depositar como espatita. La presencia de material detrítico, indica un alto topográfico relativamente cercano a la cuenca de depósito.

En la mitad superior de esta formación, se presentan areniscas de grano fino a grueso en capas delgadas, que se hacen más gruesas con el tamaño del grano y que parecen representar depósitos de playas.

En conclusión, se tienen por lo menos dos ambientes de depósito representados en la Formación Otatera: Uno nerítico somero y el otro de playa. El sepultamiento de las coquinas que conforman la mayor parte de esta formación, indica que la cuenca estuvo sometida a un hundimiento constante, que impidió la destrucción sub-aérea de las comunidades de pelecípodos.

Estructura.- La Formación Otatera muestra una inclinación dominante de 20 a 25° hacia el SE. Se encuentra afectada por la Falla Boña Chona núm. 2. La inclinación de las capas de esta formación sufren variación en lugares cercanos a fracturas, fallas y cuerpos intrusivos.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior es transi-

cional con la Formación Simón. Se encuentra expuesto en el Arroyo de Doña Chona y partes cercanas. El contacto inferior de la Formación Otatera también está expuesto en la parte más alta del Arroyo de Allende; este contacto consiste en el cambio de areniscas de la Formación Simón a las coquinas de color negro de la Formación Otatera. El contacto superior de la Formación Otatera es transicional con la Formación Yucuñuti y, en el área de Tlaxiaco, está expuesto solamente en el Arroyo de Doña Chona y partes cercanas. El contacto superior en su mayoría es transicional con la Formación Yucuñuti, pero también es discordante en partes muy pequeñas con el Terciario Indiferenciado y con el aluvión del Cuaternario. El contacto superior de la Formación Otatera con la Formación Yucuñuti, está marcado por la presencia de coquinas de Gryphaea de color negro de la Formación Otatera, inmediatamente asociados a areniscas de color blanco de grano fino, pertenecientes ya a la Formación Yucuñuti.

Lateralmente la Formación Otatera se adelgaza hasta acuíñarse, esto se observa hacia el sur del área. Este acuíñamiento probablemente se debió a las características de la cuenca de depósito.

Paleontología.- En la Tabla 3, Lámina 9 y Apéndice B, se enlistan e ilustran los taxa encontrados en esta unidad. Los géneros principales son: Eocallista, Pleuromya, Crenotrapezium y Gryphaea. Estos pelecípodos forman extensas coquinas y ecológicamente ocupaban la zona de intermareas (Moore et al., 1952:p.400-422). El sepultamiento de las coquinas, denota un hundimiento re

lativamente rápido de la cuenca sedimentaria. El color rojizo indica oxidación, probablemente subaérea.

Tabla 3. Invertebrados fósiles de la Formación Otatera, colectados para este estudio.<sup>+</sup>

---

PHYLUM MOLLUSCA  
 Clase Pelecypoda  
 Cyprinidae  
Eocallista imlayi Alencaster  
 Pleuromyidae  
Pleuromya sp.  
 Neomiodontidae  
Grenotrapezium hayami Alencaster  
 Ostreidae  
Gryphaea sp.

---

<sup>+</sup>Identificados por la Dra. Gloria Alencaster, investigadora del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

Edad.- El alcance estratigráfico de los taxa reportados es amplio. En el área de Tezoatlán, se encontró en la Formación Otatera el amonita Epistrenoceras paracontrarium del Batoniano tardío, lo que condujo a Erben (1956b) a asignarle esa edad. Se acepta esta asignación.

Correlación.- Como en el caso de las unidades anteriores, la correlación de la Formación Otatera se ve dificultada por la falta de fósiles en ésta y en las otras unidades comparables presentes en la región centromeridional de México. En estas con-

diciones, la Formación Otatera se correlaciona tentativamente con parte de las Formaciones Etlaltongo y Yogana de Oaxaca (Schlaepfer, 1970; Wilson y Clabaugh, 1970), y con la Formación Tecomazuchil de Puebla (Pérez-Ibargüengoitia et al., 1965).

### Formación Yucuñuti

Definición.— Con el nombre de Formación Yucuñuti, Erben (1956b:p.31) designó a la secuencia de rocas sedimentarias cuya localidad-tipo se encuentra en el Arroyo Yucuñuti, al oriente de Santa María Yucuñuti, en la región de Tezoatlán, Oaxaca. Asignándole una edad caloviana. Erben (1956b:p.31) describe así a esta formación:

"... consiste en coquinas sueltas de Ostrea, coquinas sueltas de pelecípodos pequeños, especialmente de Astarte sp., y coquinas sueltas de "Cerithium". Los dos últimos tipos de coquinas a veces contienen algo de yeso (secundario) en plaquitas delgadas; otras veces contienen concreciones calcáreas (diámetros de 10-30 cm), que superficialmente a la interperie adquieren un color café claro con leche y que no contienen ningunos óxidos de fierro. Además esta formación contiene calizas duras, café, y calizas margosas blandas del mismo color, margas de color café sucio y algunas arcillas oscuras así como lutitas oscuras que a veces contienen concreciones esferoidales pequeñas (diámetros de 0.5-4 cm), que se asemejan bastante a las concreciones esferoidales encontradas en la Formación Taberna, pero que no están perforadas por organismos fósiles en la Formación Yucuñuti. Las lutitas y las coquinas sueltas de Ostrea a veces contienen intercalaciones calcáreas delgadas, en forma de placas de 1-2 cm de espesor, que muestran un contenido de numerosos individuos de un gasterópodo no determinado. Existen en la Formación Yucuñuti pocas limolitas de color café y algunos bancos gruesos de una cuarcita de grano muy fino y del mismo color. En la región de Mixtepec, Oax., dentro de la secuencia correspondiente, se destaca además una serie de limolitas finas de color café, que contienen numerosos canalitos rellenos ..."

En el presente estudio, la Formación Yucuñuti tiene sus mejores afloramientos en el Arroyo de Doña Chona y partes cerca-

nas, haciéndose extensiva su denominación a los cuerpos estratigráficamente similares que se encuentran en el área de estudio. El contacto inferior es con la Formación Otatera y el superior con la Caliza con "Cidaris". El espesor de la Formación Yucuíuti se estima en 118 m. La sección medida se describe en el Apéndice (p. 85-86). (p. 95-96)

Litología.- La Formación Yucuíuti es una secuencia que comienza con areniscas de grano fino en colores blanquizcos y rosas (Lámina 4, Fig. c). A continuación alternan coquinas de ostréidos de color negro con limolitas de color gris claro, en las que se observan abundantes pistas de gusanos. La cima consiste en capas delgadas de 20 a 30 cm, de caliza fosilífera, con intercalaciones de coquinas de Lucina, de color claro, en capas delgadas. Localmente acompañan a las coquinas de ostréidos algunos gasterópodos del género Purpuroidea.

La petrografía de las tres principales litologías de la Formación Yucuíuti se describe a continuación:

Cuarzarenita.- Su textura es de limolita gruesa de clasificación moderada y en estado submaduro (Lámina 5, Fig. e). Por el tamaño predominante de los granos (30 micras) es una limolita gruesa.

La mineralogía de los granos es principalmente de cuarzo. El tamaño de los cristales es de unas 30 micras. Es principal-

mente cuarzo ígneo, con una quinta parte de tipo metamórfico, lo que sugiere un aporte de rocas metamórficas.

La mesostasis constituye aproximadamente el 30% del sedimento. Consiste principalmente de arcillas no identificadas. Forman parte carbonatos en 10%, que se encuentran como relleno de espacios y microfracturas.

El ambiente de depósito probablemente fué de llanura de inundación. El área pudo consistir de rocas ígneas con asociación de rocas metamórficas. La distancia de transporte probablemente fué lejana, considerando el tamaño de los granos.

Limolita.- Su estado textural es submaduro (Lámina 5, Fig. d). los granos minerales constituyen del 60 al 70% del sedimento. La mineralogía y porcentaje de los granos es como sigue: Cuarzo, 70 a 80%. Se presenta en forma de cristales angulares. Su distribución es bimodal, habiendo dos clases de tamaños, 10 y 40 micras. La extinción principalmente es paralela. Presenta pocas inclusiones en forma de microlitos. El tipo de cuarzo señala un origen principalmente plutónico, con una décima parte de tipo metamórfico.

Feldespatos probablemente alcalinos, 20 a 30%. Se presenta en cristales fracturados muy irregularmente, con un tamaño promedio de 40 micras. No fué posible precisar su identificación.

La mesostasis consiste de un 30 a 40% del sedimento, está formada por microcristales con tamaño de 2 a 3 micras, es decir, arcillas y limo fino. La mineralogía es principalmente de arcillas no identificadas, mica y algo de calcita.

La clasificación petrográfica de esta variedad según el esquema de Folk (1968) es: Limolita gruesa, subarcósica y calcítica.

El ambiente de depósito posiblemente fué lagunar conectado al mar; esto principalmente debido a la asociación que guarda esta variedad litológica con coquinas de invertebrados. El área fuente probablemente estuvo constituida por rocas ígneas y metamórficas. La distancia de transporte debió ser lejana, atendiendo al tamaño del grano.

Biomicrita.- Los fragmentos de conchas constituyen el 30% aproximadamente del sedimento en lámina delgada (Lámina 5, Fig. f). son probablemente fragmentos de bivalvos.

Los terrígenos constituyen el 30% del sedimento, su tamaño es de unas 20 micras. Consiste de cuarzo común, fragmentos líticos de ignimbrita y de cuarzo metamórfico. La mesostasis forma el 40% del sedimento y está constituida por calcita microcristalina, cuyo tamaño es de 2 a 3 micras. Según Folk (1968), es una biomicrita Ts, con mala clasificación de los terrígenos. El ambiente de depósito probablemente fué nerítico somero, con aporte de terrígenos.

Estructura.- La inclinación de los estratos de la Formación Yucuñuti tiene 25 a 30° hacia el SE. Está afectada por una falla secundaria, localizada en el Arroyo de Doña Chona.

Relaciones Estratigráficas.- La Formación Yucuñuti descansa concordantemente en la Formación Otatera y subyace discordantemente a la Caliza con "Cidaris". El contacto inferior se reconoce por el cambio de coquinas de Gryphaea a areniscas de grano fino de color blanco. Su contacto superior es una discordancia erosional; este contacto fué identificado (e.g. Arroyo de Doña Chona) por el cambio de biomicritas a coquinas con Lima (Plagiostoma) sp. y Gryphaea mexicana; este contacto discordante, indica un período de erosión en esta unidad y las anteriores, que probablemente ocurrió antes del depósito de la sobreyacente Caliza con "Cidaris". Este período de erosión, probablemente fué causado por una deformación.

Lateralmente hacia el sur del área, la Formación Yucuñuti, igual que las formaciones anteriores, se acuña. Este fenómeno favoreció la desaparición por erosión de estas unidades.

Paleontología.- En la Formación Yucuñuti del área de Tlaxiaco se colectaron invertebrados fósiles del Phylum Mollusca (Tabla 4, Lámina 10 y Apéndice B). Los moluscos son formas cosmopolitas que denotan un ambiente marino o salobre.

Tabla 4. Invertebrados fósiles de la Formación Yucuñuti, colectados para este estudio.<sup>+</sup>

---



---

PHYLUM MOLLUSCA

Clase Pelecypoda

Ostreidae

Gryphaea sp.

Lucinidae

Lucina bellona d'Orbigny

Clase Gasteropoda

Purpurinidae

Purpuroidea acatlana Alencaster

---

<sup>+</sup>Identificados por la Dra. Gloria Alencaster, investigadora del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

Edad.- El alcance estratigráfico de los fósiles colectados en la Formación Yucuñuti no permite precisar la edad, dado el amplio intervalo estratigráfico que tienen. Los invertebrados de esta formación se ubican del Jurásico medio al Jurásico tardío. Erben (1956b:p.32), con base en una extensa amonitofauna, asignó esta formación al Caloviano. Se acepta esta asignación.

Correlación.- Se tiene un problema semejante a las unidades anteriores para la correlación de la Formación Yucuñuti, debido a la imprecisión en la determinación de su edad, que también afecta a las unidades comparables presentes en la región centromeridional de México. En vista de estas condiciones la Formación Yucuñuti es correlacionable tentativamente con parte de las Forma-

ciones Etlaltongo y Yogana de Oaxaca (Schlaepfer, 1970; Wilson y Glabaugh, 1970).

### Caliza con "Cidaris"

Definición.- Con el nombre de Caliza con "Cidaris", Erben (1956b:p.53) designa provisionalmente una secuencia de rocas sedimentarias calcáreas fosilíferas. Escogiendo como localidad-tipo el Cerro de Titania, localizado al norte de Tlaxiaco, Oaxaca. El término lo toma de la composición litológica y por la presencia de equinodermos fósiles del género Cidaris. Le asigna una edad oxfordiana. Erben (1956b:p.53) define así a esta unidad:

"... consiste de margas de color gris claro hasta medio, a veces de color crema, con algunas manchas amarillentas y con numerosas intercalaciones de calizas margosas de color gris medio y de bancos de 5-10 cm. En algunos lugares, en el nivel basal, se encuentran coquinas calcáreas de Ostrea y Exogira cf. ptychodes, muy semejantes a las coquinas de la Formación Yucuñuti, pero diferentes de ésta en su contenido de abundantes ejemplares de la Exogyra mencionada y en su color. En las partes medias de la secuencia se encuentran las mismas margas con intercalaciones de bancos de calizas margosas grises, pero aparte de esto también se encuentran intercalaciones de bancos de 5-10 cm de calizas duras, oscuras, no margosas, las cuales contienen algo de pedernal. Las partes superiores de la secuencia consisten de calizas oscuras duras, con algo de pedernal, estratificados en bancos de 30 cm hasta 1 m de espesor. Parece que dentro de esta secuencia no se presentan cambios de fauna de importancia biostratigráfica...

En varias localidades de las "calizas con Cidaris" predominan los equinoides (por ejemplo, región de Tlaxiaco, Oax.: Entre Las Huertas y la Mina Fundición del Sol de Mayo), en otras los braquiópodos (región de Tlaxiaco, Oax.: Rancho de Nicolás Pacheco, Las Huertas), en otras las Exogiras y Ostreas (región de Tlaxiaco: Al N del rancho de Nicolás Pacheco), y en algunas los tallos de Millericrinus polyclonus FELIX (en un arroyo junto al camino de herradura que partiendo de Tlaxiaco se une con la brecha de Guadalupe Hidalgo). En otras localidades todos los elementos faunales están presentes..."

En el presente estudio, el nombre Caliza con "Cidaris", se

utiliza para designar a las calizas que afloran en la cabecera del Arroyo de Doña Chona y se continúa hasta el lugar llamado Barrio Séptimo, fuera del área de estudio. El contacto inferior es con la Formación Yucuñuti y el contacto superior ya no aparece en el área de estudio. Por lo que su espesor total no se conoce. Sin embargo, se estima que es de 150 a 200 m. La sección medida se describe en el Apéndice (~~p. 86-87~~). (p. 96-97)

Litología.- La Caliza con "Cidaris" consiste en su base, de capas delgadas de 2 a 3 cm de espesor de biomicritas arcillosas de color gris claro con fragmentos de fósiles, las cuales están intercaladas con coquinas de Gryphaea mexicana con Lima (Plagiostoma) sp., que intemperiza en color gris claro. En los últimos estratos de las biomicritas hay formas de Parathyridina mexicana. La parte media inferior de la secuencia es una biomicrita (Lámina 4, Fig. d). La textura es afanocristalina a cristalina con fracturamiento relleno por calcita, abundantes exacorales y fragmentos de invertebrados. Es de color crema que intemperiza a gris, estratificada en forma masiva con capas de 1 a 2 m de espesor. las partes medias consisten de coquinas de bivalvos en capas delgadas de 2 a 3 cm de espesor, que intemperizan en color gris claro. Siguen estratos medianos de biointramicrita que intemperizan a gris oscuro. La cima de la secuencia consiste de calizas con equinoides, en estratos delgados. La descripción petrográfica de las litologías principales se describe a continuación:

Biomicroita (con terrígenos, principalmente arcillas).- En

lámina delgada (Lámina 7, Fig. a) consiste de 10 a 15% de fragmentos de conchas y esporádicos granos de cuarzo ígneo. Del 85 a 90% del sedimento está formado por una mesostasis microcristalina de calcita y arcilla no identificada.

Su ambiente de depósito probablemente fué nerítico somero. Según Folk (1968), este tipo de caliza es de baja energía con avenidas esporádicas de corrientes, las cuales transportaron los terrígenos.

Biointramicrita.- Su descripción en lámina delgada (Lámina 7, Fig. b) es: 15 a 20% de aloquímicos. Son intraclastos de calcita espática, "pellets", fragmentos de conchas y probablemente de ostrácodos. El 80 ó 85% del sedimento consiste de una mesostasis microcristalina de calcita, con textura afanítica de color crema, en la que se encuentran incluidos aloquímicos. Sobresale el fracturamiento de la roca, el cual se encuentra relleno por calcita.

Según Folk (1968) el ambiente probable de formación de estas calizas, debió ser nerítico somero. La presencia de intraclastos y fragmentos de concha indican flujo esporádico de energía, que arrancó del fondo los fragmentos de calcita y conchas, y volvió a depositarlos. El color claro del sedimento revela que el depósito se realizó en aguas bien oxigenadas.

En conclusión, el depósito de la Caliza con "Cidaris" fué

en un ambiente marino somero.

Estructura.- La inclinación de la Caliza con "Cidaris" es en promedio 15 a 20° hacia el SSE, es muy constante, cambiando en lugares donde hay influencia de fracturamiento.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior de la Caliza con "Cidaris" es discordante con la Formación Yucuñuti; el contacto superior no aflora en el área estudiada. El contacto inferior es una discordancia erosional; se reconoció por el cambio de calizas en capas delgadas de la Formación Yucuñuti a coquinas de Gryphaea mexicana y Parathyridina mexicana de la Caliza con "Cidaris". En otro caso, el contacto inferior es discordante con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna (e.g. Cerro de la Carbonera) y, en ocasiones, está cubierto por el aluvión cuaternario. Esta relación discordante de la base de la Caliza con "Cidaris", señala que antes de depositarse hubo un período de erosión de las formaciones donde descansa. Cuya causa como ya se mencionó, probablemente fué una deformación. El contacto superior no se alcanza a discriminar por no presentarse en el área de estudio. Se piensa que este contacto en condiciones normales debe ser con las calizas margosas, bien laminadas, de la Formación Virgen (Erben, 1956b:p.57) del Kinmeridgiano.

Paleontología.- Los fósiles encontrados en esta unidad son invertebrados de los Phyla Mollusca y Brachiopoda (Tabla 5, Lámina 10 y Apéndice B).

El conjunto faunístico sugiere que se trata de ambientes litorales, ya que son formas que probablemente vivieron en lagunas y mares someros, permitiendo la influencia de mar abierto y también el influjo de sedimentos terrígenos.

Tabla 5. Invertebrados fósiles de la Caliza con "Cidaris", colectados para este estudio.<sup>+</sup>

---

PHYLUM MOLLUSCA  
 Clase Pelecypoda  
 Limidae  
Lima (Plagiostoma) sp.  
 Ostreidae  
Gryphaea mexicana Felix

PHYLUM BRACHIOPODA  
 Clase Articulata  
 Terbratulidae  
Parathyridina mexicana Ochoterena

---

<sup>+</sup>Identificados por la Dra. Gloria Alencaster, investigadora del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

Edad.- Comúnmente se ha encontrado para la región Mixteca de Oaxaca, que el alcance estratigráfico de los taxa de la Caliza con "Cidaris" reportados es la siguiente: Lima está en el intervalo Caloviano-Oxfordiano (Alencaster, 1963), Gryphaea mexicana en el Oxfordiano (Alencaster y Buitrón, 1965) y Parathyridina mexicana en el Oxfordiano también (Ochoterena, 1960).

En el presente estudio no se colectaron equinoides de esta

área. No obstante, se trata de equinoides del género Cidaris a cuyas formas corresponde una edad oxfordiana (B. Buitrón, 1970). Por lo tanto, habiendo bases paleontológicas confiables, en el presente estudio se le ha asignado una edad oxfordiana a la Caliza con "Cidaris".

Correlación.- Esta unidad es correlacionable con la Caliza Chimeco de Petlalcingo, Puebla (Pérez-Ibargüengoitia et al., 1965) y, se correlaciona tentativamente con las Formaciones Etlatongo y Yogana (Schlaepfer, 1970; Wilson y Clabaugh, 1970) de Oaxaca.

#### SISTEMA TERCIARIO

##### Conglomerado Allende (nombre nuevo)<sup>†</sup>

Definición.- Se propone el nombre Conglomerado Allende, para designar el conglomerado de guijarros y matatenas de caliza y esquisto, de estratificación masiva, cuyos principales afloramientos están al norte del área de estudio, formando lomas suaves y planicies. Los contactos superior e inferior son discordantes. El contacto inferior está en discordancia principalmente con la Formación Taberna; el contacto superior, también está en discordancia principalmente con el Terciario Indiferenciado. El espesor total de este conglomerado es del orden de 70 a 100 m. El nombre se toma de Allende, Municipio de Tlaxiaco, por que en esta población aflora el conglomerado mostrando sus características litoló-

<sup>†</sup>Nombre de manuscrito.

gicas y relaciones estratigráficas con claridad. La sección-tipo se muestra como sección-medida 7 (Lámina 6, Fig. a) y se describe en el Apéndice. p. 97-98

Litología.- En el área de Tlaxiaco el Conglomerado Allende es de tipo ologomíctico principalmente, pero en partes se encuentran conglomerados polimícticos. Su color es rojizo con fragmentos de caliza de color gris claro, en capas de 1 a 2 m de espesor y a veces en forma masiva. Su descripción megascópica es como sigue: Conglomerado con cementante de limo y arenisca fina de color rojizo, en donde también están incluidos granos hasta de 3 mm. La mesostasis rodea en forma continua fragmentos de caliza con cuarzo subordinado. La forma de estos fragmentos es subangular. Su tamaño varía de 0.5 a 2 cm, es decir guijarros y matatenas. Según Folk (1968), estas rocas se clasifican como calcilititas. Localmente se presentan cuerpos de conglomerado polimíctico (e.g. en la cabecera del Arroyo de Allende). Aquí los conglomerados consisten de fragmentos de caliza, cuarzo, arenisca y esquisto. La forma principal es angular y su tamaño corresponde al de guijarros y matatenas. También estos cantos están incluidos en una mesostasis de limo y arena muy fina. De manera local hay fragmentos hasta de 40 cm de caliza.

La petrografía de estas rocas (Lámina 6, Fig. b; Lámina 7, Fig. c) indica que los fragmentos de caliza pertenecen a las biomicritas y calcilititas de la Caliza con "Cidaris". Los fragmen-

tos de cuarzo son de origen ígneo y metamórfico. Los fragmentos de areniscas y esquistos encontrados en los conglomerados con distribución local, indican que su procedencia es de la secuencia sedimentaria del Jurásico y de los esquistos del Complejo Acatlán. La proporción de los constituyentes en lámina delgada reveló que el 60% corresponde a fragmentos de caliza biomicrítica y espática, y el 20% está constituido por cuarzo metamórfico y cuarzo ígneo subordinado.

La mesostasis forma el 20% del sedimento, con granos del tamaño de la arena muy fina, limo y arcillas, cuya mineralogía corresponde al cuarzo ígneo, calcita secundaria y arcillas no identificadas.

El área de depósito muy probablemente fué de corrientes fluviales en una etapa torrencial, poco después de una actividad tectónica, la cual produjo plegamiento acompañado por fallamiento, produciéndose como consecuencia una topografía abrupta, que dejó afloramientos escarpados de rocas antiguas.

La distancia de transporte fué cercana. Las condiciones climáticas probablemente fueron húmedas. La abundancia de los fragmentos de caliza, que no alcanzaron a disolverse, se explica por la cercanía del área-fuente. El área-fuente que dió origen al conglomerado, fué principalmente de caliza (Caliza con "Cidaris"), esquistos del Complejo Acatlán y areniscas de la secuencia jurásica.

Estructura.- El Conglomerado Allende a lo largo de su faja de afloramientos tiene inclinaciones suaves, entre 10 y 20° hacia el ENE. No se encuentra afectado por fallas o cuerpos ígneos.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior del conglomerado Allende siempre es discordante. En la mayor parte del área este contacto es con la Formación Taberna; sólo en pequeñas partes (Cerro del Aguila), este contacto es con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna. El contacto superior también es discordante, en la mayoría del área es con el Terciario Indiferenciado y sólo en partes con la Andesita Yucudaac (e.g. Lomas Verde, Yucuani y Yupedro).

Paleontología.- Hasta ahora no se han encontrado fósiles en esta formación.

Edad.- Teniendo en cuenta que no se encontraron fósiles, y que no fué posible usar métodos radiométricos que permitieran determinar la edad del Conglomerado Allende, se consideraron como criterios principales para asignarle tentativamente una edad eocénica, su posición estratigráfica basal en la secuencia terciaria y su semejanza litológica con el Conglomerado Tamazulapan (Ferrusquía-Villafranca, 1976:p.31).

Correlación.- Es correlacionable litológicamente con el Conglomerado Tamazulapan (Ferrusquía-Villafranca, 1976:p.31). En la

parte centromeridional de México existen cuerpos conglomeráticos, a los que diferentes autores les han asignado una edad dentro del Terciario. En muchos casos la posición estratigráfica se supone, y las características del litosoma en cuestión (fuera de ser un conglomerado), no se toman en cuenta. Sin embargo, los conglomerados de edad terciaria que principalmente se conocen son: En la región Mixteca de Puebla y Oaxaca está la "Serie Cuicatlán" (Barrera, 1946:p.20-24), las partes basales de las Capas Huajuapán (Erben, 1956b:p.71), Conglomerado Tecomatlán (Schlaepfer, 1970: p. 89), y en el Valle de Oaxaca están las Rocas Volcánicas y Conglomerados (Wilson y Clabaugh, 1970:p.123). Por lo tanto, resulta muy dudosa la correlación en tales condiciones, mencionándose con la reserva que implica.

#### Andesita Yucudaac

Definición.- Ferrusquía-Villafranca (1976:p.50) denominó esta unidad, tomando el término del Cerro de Yucudaac, localizado en el Km 61.2 (desviación a Tlaxiaco, Oaxaca), de la Carretera Federal 190, lugar principal del área de afloramientos de la Andesita Yucudaac, a la que se le asignó una edad oligocena tardía. Ferrusquía-Villafranca (1976:p.51-53) define así esta unidad:

"... secuencia de derrames lávicos de andesita de clinopiroxena, de color gris oscuro a negro, microporfídica, traquítica ... El espesor total estimado es de 500 m, aunque fuera del área el espesor es muy próximo a los 1000 m. "

En el presente estudio, se emplea este nombre para designar a la secuencia lávica que sobreyace discordantemente a las For-

maciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna y al Conglomerado Allen de. Esta designación se apoya en la semejanza estratigráfico-litológica que tiene con la Andesita Yucudaac, y a la relativa proximidad geográfica que existe entre estas rocas volcánicas. En el área, los principales afloramientos están en las Lomas Yucuaní, Verde y Yupedro (Lámina 6, Fig. c). El espesor estimado es de 50 a 100 m.

Litología.- La litología es regularmente uniforme. La descripción general megascópica de las muestras colectadas responde a la siguiente: Roca volcánica gris, afanítica, de aspecto masivo y con fenocristales alterados en color blanquecino.

La clasificación petrográfica de tres muestras representativas es: Andesita de hiperstena y augita, andesita glomeroporfídica de dos piroxenas y andesita glomeroporfídica. En lámina delgada (Lámina 7, Fig. d) la roca está formada por: Labradorita 30%, con color de interferencia gris a gris oscuro, su tamaño modal es de 50 x 200 micras, tiene formas euhedrales a subhedrales. Cristales de hiperstena en un 15%, en colores pardos a dorados pálidos, su forma es subhedral y su tamaño es de 150 x 250 micras. Cristales de augita en un 5%, de color pardo rojizo principalmente, en formas euhedrales y con tamaño modal de 200 micras. La mesostasis es de 50% o poco menos, constituida principalmente por criptocristales de plagioclasa no identificada y escasos máficos. El resto de la lámina lo constituyen carbonatos y clorita dispuesta en mi-

crofracturas como minerales secundarios.

Estructura.- Las lávas de la Andesita Yucudaac, son principalmente de tipo aa (Billings:p.264). Son derrames lávicos de su perficie lisa, que forman pequeños bloques. La configuración de los cuerpos es principalmente tabular y delgada.

No se diferenci6 la distribución de las lavas. Sin embargo, se estiman dos conjuntos de derrames, cada uno de por lo menos 50 m de espesor. Estando afectados por un diaclasamiento el cual da resultado algunas veces a la formación de lajas. El fracturamiento es abundante en algunas partes, pero el sistema de fracturamiento no se defini6.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior es discordante, principalmente con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna y con el Conglomerado Allende; con estas formaciones presenta alteración. El contacto superior no existe, se encuentra libre de rocas sobreyacentes en todos los lugares de afloramiento.

Edad.- La edad de esta unidad volcánica no se conoce debido a que hacen falta estudios adicionales que fechen estas rocas. En estas condiciones se dificulta establecer su edad. Sin embargo, interpretando estas rocas como una extensión de la Andesita Yucudaac, fechada radiométricamente como del Oligoceno tardío (Ferrusquia-Villafranca, 1976:p.51), se considera que ésta es la

edad más probable para esta formación en el área de Tlaxiaco.

Correlación.- Siendo imprecisa la edad de esta unidad y estando en condiciones parecidas las formaciones comparables en edad y litología, la correlación que se hace es tentativa. En el Estado de Oaxaca, se encuentran las Rocas Volcánicas Acidas e Intermedias del área de Mariscala (Ruiz-Castellanos, 1970:p.64).

#### Terciario Indiferenciado

Definición.- En el presente estudio se denomina como Terciario Indiferenciado, al conjunto de rocas volcánicas que tienen sus principales afloramientos en el poblado de San Nicolás Nundichi, en los Cerros del Jabalí y del Aguila (Lámina 6, Fig. d) y Loma Yotuyo, todos en el área de estudio.

Estas rocas incluyen derrames andesíticos y tobas de granulometría diversa y composición predominantemente silícica, que no parecen mostrar un arreglo definido. Considerando que el objetivo central del estudio es la caracterización estratigráfica de la secuencia jurásica, no se establecieron las relaciones que guardan las distintas litologías, y por ello se les agrupó informalmente en una unidad a la que se denominó Terciario Indiferenciado, que en conjunto tiene un espesor estimado de 300 m.

Litología.- Tomando en cuenta lo anterior se reconoce, pero no se describe, la existencia de las siguientes variedades principales: Andesita de piroxena (Lámina 7, Fig. e) y Tobas crista-

linas silíceas. Las andesitas son de textura afanítica, color gris oscuro e imberizan en color café claro. Las tobas son de color rosa claro e imberizan en color blanquizo.

Estructura.- No se precisó la estructura del Terciario Indiferenciado. La configuración general es tabular. Los derrames lávicos muestran superficies acordonadas tipo pahoehoe (Billings: p.264). Se aprecia un sistema de fracturamiento que se interpretó fotogeológicamente.

Relaciones Estratigráficas.- El contacto inferior está en discordancia principalmente con el Conglomerado Allende y con la Formación Simón, haciendo contacto sólomente en pequeñas partes con la Formación Otatera (Arroyo Allende). Su contacto superior no se conoce en el área de estudio. No se determinó la naturaleza del contacto con la Andesita Yucudaac.

Paleontología.- No se encontraron fósiles en esta unidad.

Edad.- No se dispone de datos objetivos. Se supone que es del Terciario tardío.

Correlación.- En estas condiciones es fútil intentar la correlación estratigráfica de esta unidad.

## SISTEMA CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios sobreyacen discordantemente a las rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas. De acuerdo a sus características litológicas, se clasifican en: Aluvión, caliche y suelos. De cada una de estas unidades no se hace una discriminación cartográfica.

### Aluvión

Son depósitos que consisten de gravas no consolidadas, mezcladas en diferentes proporciones con arena fina, limo y arcillas. Estos sedimentos reflejan claramente su área-fuente, por ejemplo, en las planicies que se forman en las cabeceras del Arroyo de la Mina y el Arroyo Yuní, donde el aluvión se encuentra constituido principalmente por clastos provenientes de las rocas volcánicas del Terciario Indiferenciado, ya que, estas rocas se encuentran formando una topografía escarpada adyacente a estas planicies. En las partes más bajas del área de estudio (lecho del Río Numí), el aluvión contiene sedimentos retrabajados de las rocas volcánicas; y se conservan angulosos todavía los clastos del Complejo Acatlán y del Conglomerado Cualac. En las pequeñas planicies formadas sobre la Caliza con "Cidaris", los principales clastos están formados por fragmentos de caliza.

### Caliche

Con el nombre de caliche se designa a depósitos de suelos de forma tabular, con espesores de 1 a 2 m cuya área de aflora-

mientos corresponde a la Caliza con "Cidaris". En el área se les comienza a observar a 100 m de la cabecera del Arroyo de Doña Chona. El caliche es un suelo de tipo pedocal. Se origina por intemperización de calizas en climas áridos.

### Suelo

El suelo cubre las diferentes unidades rocosas. Sobre las unidades del Jurásico representa un problema en la búsqueda de afloramientos. La cubierta de suelo tiene un espesor variable. En las laderas es delgado y, en las cimas de lomeríos gruesa; haciéndose la vegetación homogénea y abundante. La clasificación de los suelos queda fuera del alcance de este estudio. No obstante, se observaron las siguientes características generales: Están constituidos por una granulometría del tamaño de los limos y arcillas, con cierto aporte de fragmentos de arena gruesa; su textura es de semiconsolidados; el color para los suelos de las unidades del jurásico es café claro. La composición está estrechamente relacionada con la litología de las unidades rocosas infrayacentes.

## ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

### SISTEMA TERCIARIO

Estas rocas son las menos abundantes dentro del área de estudio. Se encuentran intrusionando a rocas del Jurásico y se les adjudica una edad terciaria.

Andesita Intrusiva Yuní (nombre nuevo)<sup>†</sup>

Definición.— Se propone este nombre para designar a las rocas intrusivas de la superficie y del subsuelo que afloran en los Arroyos Yuní, Doña Chona, Yupedro y Río Numí. Son andesitas hipabisales de color gris que intemperizan a pardo amarillento con textura pseudo-porfídica; forman diques y diquestratos de 200 a 500 m de largo por 10 m de ancho en la superficie, y hasta 70 m en el subsuelo; las unidades encajonantes son las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, la Formación Simón y con menor frecuencia la Formación Otatera. Se designa como localidad-tipo, los afloramientos que están en el Arroyo Yuní.

Litología.— Andesita de color gris que intemperiza a pardo amarillento, con textura pseudo-porfídica y que al microscopio muestra los siguientes rasgos (Lámina 7, Fig. f): Fenocristales de feldespatos y ferromagnesianos en un 15 a 20%; los feldespatos son principalmente plagioclasas, que se presentan muy alterados a carbonatos y caolín, el tamaño de los agregados que forman es de 400 x 400 micras; los ferromagnesianos son principalmente olivino y probablemente hiperstena; se encuentran también muy alterados a carbonatos, su tamaño es de 400 x 400 micras. Los cristales más abundantes están constituidos por andesina, en 60 ó 70%, sus colores de interferencia están en las tonalidades del gris, la forma de los cristales es euedral, su tamaño es 10 x 40 micras.

<sup>†</sup>Nombre de manuscrito.

La mesostasis consiste de microcristales de plagioclasa y hematita secundaria en forma granular, en una proporción de 5 a 10%. Esta roca se clasificó como una andesita de olivino.

La alteración de carbonatos presente es muy persistente de todas las muestras estudiadas. En algunos casos esta alteración hace que no sea posible el estudio en lámina delgada. Sin embargo, se observó que esta alteración es más intensa en los diques-tratos.

Estructura y Relaciones Estratigráficas.— La Andesita Intrusiva Yuní, tiene dos modalidades de emplazamiento, diques y diques-tratos, los cuales pueden ser compuestos (e.g. Loma Yupedro). Ello implica diferencias petrográficas (como la ya indicada) y estructurales.

Diques.— El número de diques conocido es de 18. Dos de ellos se encuentran en el Arroyo de Doña Chona, cinco en el Arroyo Yuní, cinco en el Arroyo Allende, dos en el Río Numí y cuatro en el Arroyo y Loma Yupedro. Las dimensiones de estos se conoce por información de superficie y de subsuelo. Su longitud oscila entre 200 y 500 m, con espesor promedio de 10 m. La orientación que guardan no se conoce con precisión. Se considera que ésta es muy variable; sin embargo, deben de regirse por el sistema principal de fracturamiento, que tiene una orientación NW-SE y NE-SW. La mayor parte de los diques tienen fracturas de contracción perpendiculares a los lados y un halo de alteración. Todos se encuentran intrusio-

nando a las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, a la Formación Simón y en menor proporción a la Formación Otatera.

Diquestratos.- Los diquestratos se conocen por información del subsuelo; dos de ellos están en el Cerro de la Carbonera y otro, en la Loma Yucuticano. Los del Cerro de la Carbonera se encontraron a una profundidad de 150 y 200 m, tienen 50 cm de espesor y no se conoce su extensión. Su descripción macroscópica es: Roca blanca cremosa, intensamente alterada, en donde se notan cristales frescos de color blanco. El otro diquestrato se encontró ramificado en tres profundidades, el primer cuerpo a los 82 m, con un espesor de 7 m; el segundo a los 94 m con un espesor de 6.5 m, y el más profundo a los 107 m con 70 m de espesor. En estas ramificaciones se encontró el mismo dique, con halo de alteración y zonas de brechamiento; está formado por una roca de color verde claro con algunos cristales negros. Estos diquestratos se encontraron intrusionando en diferentes profundidades a las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna.

Edad.- La edad de la Andesita Intrusiva Yuní es imprecisa. Considerando primero que la unidad más joven intrusionada es la Formación Otatera, la primera edad que se obtiene es post-batonia tardía. Por otro lado si se observa que la Andesita Intrusiva Yuní es parecida litológica y petrográficamente a la Andesita Yucudaac en su área-tipo (Ferrusquía-Villafranca, 1976:p.53-56 y tabla 9A, donde se enlistan las variedades, andesita clara de augita e hiperstena, andesita de olivino y enstatita, andesita de

augita y olivino, andesita clara de augita, y andesita de olivino, hiperstena y clinopiroxena). Esto sugiere que podrían existir relaciones genéticas. Las diferencias principalmente se deberían a las condiciones de emplazamiento entre ambas. Es por ello, que tentativamente se le asigna al Terciario medio-tardío.

## G E O L O G I A   E S T R U C T U R A L

Los principales rasgos estructurales de las unidades litoestratigráficas del área de Tlaxiaco (Láminas 12, 13, 14 y 15), ya se han mencionado. En este capítulo se describen las características de las estructuras observadas, presentando algunas ideas sobre sus interrelaciones, edad y origen.

Las rocas del Paleozoico, representadas en el Complejo Acatlán, han sido afectadas por más de una deformación. Las rocas jurásicas están afectadas principalmente por plegamiento, y las rocas del Cenozoico han sido afectadas por fracturamiento.

### PLEGAMIENTO

#### Anticlinal de Tlaxiaco

Con este nombre se denomina a la estructura principal presente en el área de estudio. Está constituida principalmente por rocas del Jurásico (Láminas 12, 13 y 14). Estas rocas se encuentran deformadas por plegamiento y fallamiento.

Este anticlinal tiene una orientación N-S, es normal, con buzamiento en ambos extremos. Aún cuando esta estructura no está

incluida totalmente en el área de estudio, a partir de una visión más amplia (mosaicos de fotografías aéreas) se han podido obtener sus características. Es un anticlinal descapotado cuyo eje pasa en las rocas del Complejo Acatlán, que constituyen el núcleo. Los flancos y narices los forman la secuencia jurásica.

La secuencia cenozoica está constituida por rocas clásticas y volcánicas, no desarrolla pliegues bien marcados, sino amplias ondulaciones regionales.

#### FALLAS Y FRACTURAS

En las rocas metamórficas del Complejo Acatlán se identificó un sistema de fracturamiento regional con dirección dominante N-S (Lámina 15).

Las rocas del Jurásico están afectadas por dos sistemas de fallas y fracturas, cuyas orientaciones dominantes son NNW-SSE y NNE-SSW respectivamente.

Dentro de las principales fallas de las rocas del Jurásico, está la Falla Doña Chona núm. 1 (Láminas 12, 13, 14 y 15), es de tipo normal, de probable edad pre-terciaria, con rumbo aproximado N 5° E y con un quiebre hacia el SW en su parte central. Esta falla, aparentemente tiene una inclinación de 80° hacia el E, un desplazamiento del orden de los 50 m y, una longitud de por lo menos 3.5 km. La magnitud de este desplazamiento se deduce de las relaciones estratigráficas observadas en la sección medida

del Arroyo de Doña Chona (Láminas 12 y 13), en donde está en discordancia la cima de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna con la parte superior de la Formación Simón. Dejando como indicio una ancha zona de brechamiento, que señala las dimensiones de una falla de carácter considerable.

La Falla Doña Chona núm. 2, se localiza también en el Arroyo de Doña Chona, aguas arriba en relación con la anterior. Su rumbo aproximado es de N 30° W y, aparentemente es vertical, con un desplazamiento desconocido; esta falla se encuentra afectando directamente las Formaciones Simón y Otatera (Láminas 12 y 13).

La asociación de las dos fallas anteriores con pequeños pliegues accesorios de las formaciones jurásicas, hace que esta pequeña zona resulte más difícil de interpretar. Se piensa que dada la constitución plástica de la Formación Otatera, es probable que hubiera desarrollado pliegues accesorios inclinados en una dirección diferente a la dominante (oriente) y, que esto se acentuaría por el fallamiento asociado. En apoyo de esta interpretación, se tiene que la secuencia jurásica no quedó desorganizada.

Cerca del poblado de Allende, hay varias fallas que se encuentran afectando la secuencia jurásica. La más importante es la que está en la parte inferior de la secuencia, casi en el contacto con las rocas metamórficas. Esta falla está en el Arroyo

Yuticuani y se infiere su extensión fotogeológicamente. Tiene una inclinación de  $80^{\circ}$  hacia el E y un desplazamiento y extensión desconocidos. Otra falla digna de mención, es la que atraviesa el Arroyo de la Tierra Amarilla y se continúa en la Loma Yupedro, donde disloca capas con carbón. Morfológicamente se observa que desplaza en forma de bloques a la Loma Yupedro; esta falla tiene una inclinación de  $80^{\circ}$  hacia el E, y un desplazamiento y extensión desconocidos (Láminas 12, 13, 14 y 15).

La última falla que debe mencionarse, es la que afecta la parte superior de la Formación Yucuñuti, en el Arroyo de Doña Chona; tiene un rumbo de  $N 55^{\circ} E$  y una inclinación de  $75^{\circ}$  hacia el E.

Las demás fallas que están afectando capas del Jurásico, se encuentran en ocasiones donde hay zonas de carbón, tienen un rumbo general NW-SE y NE-SW, y algunas E-W.

Considerando el objeto del estudio, sólo se establecieron fotogeológicamente las fallas y fracturas más aparentes, que afectan la secuencia cenozoica.

#### TECTONICA, INTERRELACIONES Y EDAD

Durante el Caloviano tardío-Oxfordiano temprano, la secuencia jurásica sufrió deformación, la cual es revelada por las relaciones estratigráficas discordantes entre la Formación Yucuñuti

y la Caliza con "Cidaris".

En virtud que no es posible determinar a partir de evidencias objetivas la edad del plegamiento y fallamiento principal de las rocas del Jurásico, sólomente se enmarca este episodio dentro de límites aproximados.

El área de Tlaxiaco queda incluida dentro de la Provincia Morfotectónica Sierra Madre Oriental (Guzmán y De Cserna, 1963: p.115). Esta faja estructural mesozoica se extiende desde sus límites con Texas hasta su límite con Guatemala.

Los siguientes autores: Böse and Cavins (1927:p.142), Muir (1936:p.140), Heim (1940:p.347), De Cserna (1956:p.66), Fries (1960:p.151), y Cárdenas-Vargas (1966:p.104), consideraron que el principal episodio de plegamiento de la Sierra Madre Oriental, se ubica dentro del intervalo Eoceno temprano a tardío.

De Cserna (1960) introdujo el término Orogenia Hidalguense, para denominar este episodio de la Sierra Madre Oriental. Considera que la deformación de las rocas mesozoicas de México, es de un estilo tectónico diferente al que presentan las Montañas Rocosas de los Estados Unidos, para las que se aplica el término Orogenia Laramide. En el presente estudio se acepta la opinión de De Cserna (1960). Entonces se tiene que probablemente la deformación de las rocas del Jurásico del área de Tlaxiaco, ocurrió durante la Orogenia Hidalguense.

La compresión lateral que dió origen a las estructuras presentes, debió tener una orientación E-W, ya que las estructuras resultantes tienen una orientación dominante N-S. Las fallas y fracturas (principalmente diagonales) con orientaciones preferenciales NNE-SSW y NNW-SSE, son interpretadas como resultado de un sistema conjugado de fallas.

En relación con la edad del fracturamiento de las rocas cenozoicas, lo escaso de los datos en cuanto a su edad y al tipo de sistema de fracturamiento, impide emitir una opinión precisa.

#### BOSQUEJO DE EVOLUCION GEOLOGICA DEL AREA

Las rocas más antiguas que afloran en el área corresponden al Complejo Acatlán. Según Ortega-Gutierrez (1980, inédito), estas rocas representan una secuencia clástica de carácter geosinclinal.

La discordancia existente entre el Complejo Acatlán y el Conglomerado Gualac, no permite opinar sobre los eventos geológicos ocurridos del Paleozoico tardío al Jurásico temprano; solamente se puede decir que durante cierto tiempo las rocas de este complejo formaron un alto topográfico.

Durante el Jurásico, el primer suceso geológico registrado, es el depósito del Conglomerado Gualac probablemente del Aale-niano. El ambiente deposicional fué fluvial con algunas avenidas

que transportaron los productos erosionales de una región sujeta a procesos de levantamiento. Investigar la significación tectónica de ésto queda fuera de los objetivos de este estudio.

El siguiente suceso geológico registrado durante el Jurásico, es el depósito de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, durante el Bajociano-Batoniano temprano. Para entonces se formaron ambientes costeros, pantanos y corrientes fluviales. Que pudieron estar asociados probablemente en un complejo deltáico. La productividad orgánica de la región era alta, como lo atestiguan los depósitos de carbón.

En el intervalo que comprende el Batoniano medio, se depositó la Formación Simón, que representa ambientes deposicionales de playa y fluvial, en condiciones de quietud tectónica. El siguiente suceso geológico que se registró, fué el depósito de la Formación Otatera del Batoniano tardío. En este tiempo empieza la influencia de agua de mar, presagiando la transgresión marina del Jurásico tardío. La Formación Otatera representa principalmente un ambiente nerítico asociado a otro de playa.

Para el Caloviano, el proceso transgresivo se acentuó, depositándose la Formación Yucunuti, que representa ambientes neríticos someros, evidenciados por las biomicritas. A finales del Caloviano o principios del Oxfordiano la secuencia jurásica se deformó y consecuentemente se erosionó. De esto último hay evi-

dencias indirectas mas no representantes litológicos. La tendencia transgresiva iniciada con la Formación Yucuñuti, se incrementó, de suerte que el final de la secuencia del Jurásico en el área de Tlaxiaco, está representado por la Caliza con "Cidaris" del Oxfordiano, constituida por biomicritas fosilíferas y coquinas, formadas en un ambiente marino somero.

La discordancia angular que existe entre el Jurásico Superior y el Terciario Inferior en el área, indica que la secuencia jurásica debió ser plegada, fracturada, fallada y posteriormente levantada, de suerte que dejó de funcionar como una cuenca deposicional para convertirse en área-fuente. Información geológica sobre otras áreas de la Mixteca y en la región centromeridional de México, sugieren que este evento deformacional es parte del conjunto de procesos tectónicos conocido en México como Orogenia Hidalguense y, que muy probablemente tuvo lugar durante el Terciario temprano.

Alternativamente, Erben (1956b) considera que como en su opinión existe una discordancia entre la Caliza con "Cidaris" y las rocas cretácicas del área Diquiyú-El Consuelo-Yucuquimi, la secuencia jurásica debió haber sido deformada anteriormente a la secuencia cretácica. De Cserna (1970) evaluó esta discordancia y señaló que su significación es dudosa.

El levantamiento regional fué seguido de un proceso de ero-

sión y transporte que generó el Conglomerado Allende, depositado muy probablemente al pie de montañas o en cuencas locales de drenaje interno, durante el Terciario temprano. Durante el Terciario medio ocurrió actividad magmática, volcánica e hipabisal, manifestada por la Andesita Yucudaac, Rocas Indiferenciadas y el emplazamiento de la Andesita Intrusiva Yuni. Esta actividad magmática estuvo probablemente acompañada de cierta diferenciación, expresada por la pluralidad litológica de las rocas ígneas del área. Es probable que las rocas del Terciario Indiferenciado se hayan originado más tardíamente que las de la Andesita Yucudaac. Sobre las ondulaciones regionales del Tercirio, no es posible emitir una opinión precisa.

El resultado de todo ello, fué el desarrollo de un relieve abrupto en el área, que acentuó la erosión de las rocas sedimentarias desprovistas de una cobertura formada por rocas resistentes. Los depósitos aluviales del Cuaternario, atestiguan este proceso. El caliche sugiere condiciones de aridez en esta época.

#### S U M A R I O Y C O N C L U S I O N E S

1.- El área de Tlaxiaco se localiza en la región de la Mixteca Alta, al noroeste de Oaxaca, entre los paralelos  $17^{\circ}16'$  y  $17^{\circ}22'$  norte y de los meridianos  $97^{\circ}41'$  y  $97^{\circ}46'$  oeste. El camino principal de acceso es la Carretera Federal 125. El clima es templado subhúmedo, con estación de lluvias durante el verano y un invierno templado suave.

2.- El área forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y, se ha dividido en dos unidades informales: a) Zona de las Montañas Escarpadas, localizada en la porción accidental con una variación de altitudes desde los 2050 hasta los 2400 m. b) Zona Montañosa Compuesta, que se ha subdividido en, Lomeríos y Mesas, y Cerros Abruptos. Ocupan la parte central y oriental, con una variación altitudinal de 2025 a 2200 y 2200 a 2300 m, respectivamente. La Cuenca del Río Balsas tiene parte de sus cabeceras en el área, y drena hacia el Océano Pacífico.

3.- El área se encuentra dentro de la Provincia Morfotectónica Sierra Madre Oriental de México. Afloran rocas cuya edad oscila del Paleozoico al Reciente. Las rocas metamórficas del Paleozoico (Complejo Acatlán) y las sedimentarias del Jurásico (Formaciones Conglomerado Cualac, Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, Simón, Otatera, Yucuñuti y Caliza con "Cidaris"), forman parte integrante de una estructura anticlinal, cuyo núcleo está constituido por las rocas metamórficas del Complejo Acatlán. El Complejo Acatlán está constituido por esquistos de cuarzo y mica que representan una secuencia meta-sedimentaria del Cambro-Devónico y, están separados de la secuencia sedimentaria sobreyacente por una discordancia erosional.

4.- La secuencia Jurásica se inicia con el Conglomerado Cualac? probablemente del Aaleniano. El conglomerado está constituido por 120 m de guijarros y matatenas en una mesostasis sucia de

color negro; su ambiente deposicional fué fluvial en etapas torrenciales. Sobreyaciéndole concordantemente están las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, del Bajociano-Batoniano temprano, cuya constitución es de 300 m de limolitas carbonosas, limolitas y areniscas con invertebrados y plantas fósiles. En las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna se reconocieron dos zonas de carbón, una en la parte inferior y otra en la parte media superior; el ambiente deposicional de estas unidades fué costero pantanoso y fluvial, que podrían formar parte de un complejo deltáico. Le sobreyace concordantemente la Formación Simón, del Batoniano medio. Consiste de 300 m de subarcosas en estratos delgados y gruesos, cuyo ambiente de depósito principal fué de playas. A continuación, en concordancia sigue la Formación Otatera, del Batoniano tardío. Consiste de 170 m de coquinas con intercalaciones de estratos calcáreos de intraespatita. Esta unidad representa un ambiente nerítico somero y otro subordinado de playa. Sobreyaciendo, también en forma concordante, está la Formación Yucufuti del Caloviano, consistente de 118 m de areniscas finas, coquinas y biomicritas generadas en ambientes neríticos someros. Para fines del Caloviano o inicios del Oxfordiano, la secuencia jurásica hasta entonces depositada se deformó y erosionó, es así como sobre la Formación Yucufuti descansa en discordancia la base de la Caliza con "Cidaris". El final de la secuencia del Jurásico lo constituye la Caliza con "Cidaris" de edad oxfordiana, que consiste de 150 a 200 m de biomicritas, coquinas de pelecípodos y equinoides, estratificados en capas delgadas y gruesas, que se formaron en un ambiente marino somero próximo a la costa.

5.- En las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna se encontraron en la superficie y subsuelo dos zonas de carbón sub-bituminoso. Una en las partes inferiores y otra en las superiores. La Zona de Carbón I, está a una profundidad promedio de 270 m, con un espesor promedio de 2.50 m y con las siguientes características químicas promedio: Humedad 4.89%, materia volátil 14.00%, carbón fijo 40.84%, ceniza 40.27%, poder calorífico 4181 cal/gr - 7527 B.T.U./lb, y densidad 1.77. La Zona de Carbón II tiene una profundidad de 70 m, un espesor promedio también de 2.50 m y las siguientes características químicas promedio: Humedad 2.46%, materia volátil 16.47%, carbón fijo 47.19%, ceniza 33.89%, poder calorífico 4933 cal/gr - 8879 B.T.U./lb, y densidad 1.62. En consecuencia, resultan adecuados para ser utilizados como combustible en plantas carboeléctricas.

6.- Las Formaciones Simón, Otatera y Yucuñuti se adelgazan y se acuñan hacia el sur del área. Esta marginación de la cuenca sedimentaria y la erosión iniciada después del depósito de la Formación Yucuñuti, favoreció la desaparición de parte de las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna. En consecuencia, es probable que al menos la zona superior de carbón, haya sido erosionada. No obstante, se recomienda programar la obtención de información de subsuelo, para comprobar o rechazar esta conjetura. Asimismo, sería recomendable obtener información de subsuelo a más profundidad, en la porción limitada por los sondeos 11, 2, 7 y 8, con objeto de comprobar la continuidad o desaparición del carbón.

7.- En base en los espesores, persistencia y pureza del carbón se considera la posibilidad de que hacia el norte del área se hubieran desarrollado las zonas pantanosas más prolíferas y alejadas de la línea de costa. En contraste hacia el sur parece que la depositación del carbón fué mas inestable. Como consecuencia la cuenca carbonífera sería más importante al norte del área. Por lo tanto, se recomienda programar exploración de subsuelo en la parte nororiental del área, con objeto de comprobar o rechazar esta conclusión.

8.- Las rocas metamórficas y jurásicas probablemente fueron deformadas durante la Orogenia Hidalguense del Terciario temprano, desarrollándose en el área un anticlinal de rumbo N-S. Seguidamente asociado con ello, ocurrió un proceso de levantamiento regional, acompañado por erosión, de suerte que la secuencia terciaria sobreyace discordantemente a la secuencia jurásica.

9.- La secuencia terciaria incluye rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivos hipabisales. La unidad más antigua de esta secuencia es el Conglomerado Allende, constituido por 100 m de guijarros y matatenas principalmente de calizas, dispuestos en una mesostasis limo-arenosa de color rojizo; representa abanicos aluviales de pie de montaña, depositados durante el Terciario temprano. Durante el Terciario medio y probablemente el tardío, ocurrió actividad magmática expresada por el depósito de la Andesita Yucudaac y el emplazamiento de la Andesita Intrusiva Yuni. La primera sobreyace discordantemente al Conglomerado Allende y

tiene un espesor de 50 a 100 m. La Andesita Intrusiva Yuni está encajonada principalmente por las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, y forma diques en la superficie y diquestratos en el subsuelo. Aparentemente durante el Terciario tardío, se depositaron las rocas volcánicas del Terciario Indiferenciado. De las ondulaciones regionales de la secuencia terciaria no es posible dar una opinión precisa.

10.- Se generó así un relieve abrupto en donde las áreas no cubiertas por rocas resistentes fueron activamente erosionadas durante el Cuaternario. Ello generó depósitos aluviales, en los lugares más apropiados. El caliche indica períodos de aridez durante el Cuaternario.

A P E N D I C E A  
S E C C I O N E S E S T R A T I G R A F I C A S  
M E D I D A S  
C O N G L O M E R A D O C U A L A C ?

Sección medida en la unión del Arroyo de la Mina con el Río Numí, aproximadamente a 6 km al poniente-norponiente de Tlaxiaco, Oaxaca. En la Lámina 12 está marcada con el núm. 2.

Unidad	Litología	Espesor (metros)
En la base se encuentra el contacto discordante con el Complejo Acatlán.		
1	Conglomerado blanco con mesostasis oscura, en capas gruesas, de aspecto masivo.	15.0

Unidad	Litología	Espesor (metros)
2	Arenisca de grano medio, de color gris, en capas delgadas . . . . .	1.5
3	Conglomerado blanco con mesostasis obscura, con algunos fragmentos, de aspecto masivo . . . . .	3.0
4	Arenisca de grano grueso a medio, de color gris a gris obscuro, se observa graduación en el tamaño del grano . . . .	3.0
5	Conglomerado en partes brechoso, de color blanco, con mesostasis de color negro y aspecto masivo . . . . .	5.0
6	Arenisca de grano fino, rojiza en partes, con material carbonoso, en capas delgadas . . . . .	2.0
7	Conglomerado de color blanco, en partes brechoso, con fragmentos de esquisto, mesostasis de color negro y pequeños horizontes de limolita . . . . .	35.0
8	Areniscas de grano muy fino y limolitas de color gris a gris obscuro, en capas delgadas . . . . .	3.0
9	Areniscas en partes conglomeráticas de color blanco grisáceo, con intercalaciones de limolitas y nódulos ferruginosos . . . . .	3.5
10	Conglomerado de color blanco con mesostasis obscura, intercalaciones de arenisca de grano fino y nódulos ferruginosos de color rojo . . . . .	9.0
11	En las partes basales limolitas negras con <u>Otozamites reglei</u> , areniscas de grano fino carbonosas de color gris obscuro . . . . .	12.0

Unidad	Litología	Espesor (metros)
12	Conglomerado cuarzoso y esquistoso, blanco y gris oscuro, de aspecto masivo . . . .	2.0
13	Arenisca de grano fino a medio gris a gris oscuro, en capas delgadas y gruesas, con diastratificación . . . . .	7.0
14	Conglomerado cuarzoso blanco, con mesostasis de color negro y de aspecto masivo . .	2.5
15	Limolita carbonosa, de color negro y gris oscuro en capas delgadas . . . . .	4.0
16	Conglomerado cuarzoso blanco, en partes brechoso con fragmentos de esquisto, y de aspecto masivo . . . . .	7.0
	Cima	

Total . . . . 114.5

Contacto concordante con las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna.

#### FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA

Sección medida en el Arroyo Yuticuani, a 14 Km al norte-norponiente de Tlaxiaco, Oaxaca. En la lámina 12 está marcada como sección medida núm. 8.

Unidad	Litología	Espesor (metros)
	En la base el contacto en concordancia gradual con el Conglomerado Cualac.	
1	Areniscas de grano fino de color gris, con laminaciones de carbón, en capas delgadas . . . . .	7.0
2	Limolitas carbonosas de color negro y	

Unidad	Litología	Espesor (metros)
	gris obscuro, con intercalación de areniscas de grano medio, estratificada en capas delgadas . . . . .	4.0
3	Areniscas de grano fino, con intercalaciones de lutita carbonosa de color negro .	1.4
4	Limolitas de color negro, contienen a lo largo restos de raíces, bivalvos no identificables y caminos de gusanos, estratificada en capas delgadas . . . . .	11.2
5	Arenisca de grano medio en partes carbonosa, de color blanco y gris obscuro . .	1.4
6	Limolitas de color negro y gris obscuro. Contiene caminos de gusanos, ofiomorfias, restos de plantas, coquinas de bivalvos, y restos de conchas. En su parte inferior tiene formas de <u>Otozamites obtusus</u> y en su parte superior formas de <u>Astarte sp.</u> .	18.0
7	Horizonte de areniscas de grano fino de color gris. Contiene caminos de gusanos .	0.2
8	Limolitas de color negro y gris obscuro. Con caminos de gusanos, restos de conchas y bioturbación . . . . .	28.4
9	Carbón con intercalaciones de lutita . .	13.0
10	Limolitas carbonosas alternando con areniscas de grano fino . . . . .	15.0
11	Carbón con intercalaciones de lutita carbonosa de color negro . . . . .	5.0
12	Limolitas en colores gris, gris obscuro y negro. En su parte media inferior contiene formas de <u>Otozamites reglei</u> . . . . .	33.5
13	Horizontes de areniscas de grano medio, de color blanco . . . . .	0.4
14	Limolitas de color gris, gris obscuro y	

Unidad	Litología	Espesor (metros)
	negro. Contiene caminos de gusanos, bioturbación y fósiles . . . . .	13.1
15	Areniscas de grano fino y medio, de color gris claro y blanco. Contiene en su parte inferior diastratificación y laminaciones	3.2
16	Limolitas de color gris oscuro con intercalaciones de areniscas. Contiene ofiomorfias, estratificación de desplome y medera da bioturbación . . . . .	1.3
17	Limolitas negras y gris oscuro . . . . .	1.4
18	Areniscas de grano fino a medio, de color blanco y gris claro. Contiene algo de pirita, restos de plantas y laminaciones en la base . . . . .	2.4
19	Limolitas de color gris, contiene caminos de gusanos en la base . . . . .	4.2
20	Lodolitas y areniscas, con intercalaciones delgadas de lutita carbonosa de color negro . . . . .	2.0
21	Areniscas de color blanco y grano fino, con dos intercalaciones de arenisca muy carbonosa de color negro. Contiene restos de plantas, pirita y laminaciones . . . . .	9.0
22	Limolita de color gris, hacia su cima se hace carbonosa . . . . .	1.5
23	Conglomerado de cuarzo blanco, brechoso, con mesostasis de limolita negra . . . . .	0.6
24	Areniscas de grano fino de color gris, contiene constantes laminaciones onduladas de carbón. Hacia la base tiene areniscas muy carbonosas con formas de <u>Zamites lucerencis</u> . Hacia la cima contiene formas de <u>Lucina</u> cf. <u>L. bellona</u> . . . . .	5.9

Unidad	Litología	Espesor (metros)
25	Limolitas de color negro y gris, con fragmentos de plantas. En la parte media hay formas de <u>Ptilophyllum</u> sp., en la parte superior hay <u>Williamsonia netzahualcoyotlii</u> y <u>Zamites oaxacencis</u> . . . . .	9.8
26	Areniscas de grano fino grises . . . . .	3.2
27	Limolitas gris claro y negro, con restos de plantas y formas de <u>Vaugonia</u> ( <u>Vaugonia</u> ) v. <u>costata</u> . . . . .	3.0
28	Carbón con intercalaciones de lutitas . . . . .	4.0
29	Limolitas negras y en partes grises. Con formas de <u>Trigonia</u> ( <u>Indotrigonia</u> ) <u>impresa</u> . . . . .	21.2
30	Areniscas de grano grueso, con horizontes ferruginosos, intemperiza en café claro, en estratos de 30 a 40 cm . . . . .	52.0
31	Limolitas en colores café, gris claro y rojizo, en capas delgadas . . . . .	5.0
32	Areniscas de grano grueso, intemperiza a café claro, con facies conglomeráticas y diastratificación, en estratos delgados y gruesos . . . . .	72.0
33	Limolitas café claro, verde y rojizo, en capas delgadas . . . . .	12.0
	Cima	
	Total . . . . .	363.6

Contacto concordante con la Formación Simón.

#### FORMACION SIMON

Sección medida en el Arroyo de Allende, a 12.5 Km al norteponiente de Tlaxiaco, Oaxaca. En la Lámina 12 esta marcada como sección medida núm. 7.

Unidad	Litología	Espesor (metros)
<p>En la base, concordantemente las Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, la transición consiste en el paso de limolitas de colores verde y rojizo, a arenisca.</p>		
1	Areniscas de grano grueso de color café alternan con limolitas de colores verde y rojizo, en partes las limolitas tienen espesores hasta de 8 m. Las areniscas están en estratos de 30 a 40 cm . . . . .	80.0
2	Arenisca conglomerática de color blanco, en estratos de 0.5 a 1 m, de aspecto masivo . . . . .	6.0
3	Arenisca café claro, con laminaciones ferruginosas, en estratos de 30 a 40 cm de espesor . . . . .	59.0
4	Arenisca conglomerática de color blanco con gris tenue, en capas de 40 a 50 cm, de aspecto masivo . . . . .	8.0
5	Limolitas de colores verde y rojizo, con espesores de 4 a 5 m, alternan con areniscas de grano grueso de color café claro, estratificada en capas de 50 a 80 cm de espesor . . . . .	39.0
6	Arenisca de color blanco, intemperiza a café claro, con diastratificación y en capas de 30 a 40 cm . . . . .	65.0
7	Areniscas conglomeráticas de color blanco, que intemperiza a café claro, en capas de 40 a 50 cm, con diastratificación y aspecto masivo . . . . .	11.0
8	Arenisca de color blanco, intemperiza a café claro, en estratos de 40 a 50 cm con diastratificación . . . . .	43.0

Unidad	Litología	Espesor (metros)
9	Limolitas negras y gris claro con un estrato de 5 m, alternan con areniscas café claro ferruginosas, en estratos de 50 a 60 cm con diastratificación . . . . .	25.0
	Cima	
	Total . . . . .	336.0

Contacto concordante con la Formación Otatera.

#### FORMACION OTATERA

Sección medida en el Arroyo Doña Chona, a 4.5 Km al poniente de Tlaxiaco, Oaxaca. En la Lámina 12 está marcada como sección medida núm. 1.

Unidad	Litología	Espesor (metros)
	La base en concordancia con la Formación Simón, la transición consiste en el paso de areniscas a coquinas negras.	
1	Coquinas de color gris claro y negro, con intercalaciones de capas delgadas de limolitas. Las coquinas son en la base de <u>Eocallista imlayi</u> , y en la cima de <u>Pleuromya</u> sp. En la cima hay un estrato de caliza gris con fracturamiento relleno de calcita . . . . .	60.0
2	Intraespatita de color blanquizo con estratos delgados, intercalada con areniscas de grano fino a medio, que intemperizan a café claro y están en capas delgadas . . . . .	8.0

Unidad	Litología	Espesor (metros)
3	Coquinas negras con intercalaciones de <u>intraespatita</u> de color gris crema, en capas de 4 a 5 cm . . . . .	10.0
4	Areniscas de grano fino a medio, cuarzosas, café claro, en capas de 1 m, con diastratificación y de aspecto masivo . .	22.0
5	Coquinas de <u>Crenotrapezium hayami</u> , de color café amarillento, se intercalan con intraespatitas de 4 a 5 cm de espesor . .	15.0
6	Areniscas de grano fino a medio, cuarzosas, en capas de 0.2 a 1 m, en partes con diastratificación y aspecto masivo . . .	30.0
7	Coquinas de <u>Gryphaea</u> sp., negras, con intercalaciones de intraespatita gris cremosa, en capas de 4 a 5 cm . . . . .	25.0
	Cima	
	Total . . . . .	170.0

Contacto concordante con la Formación Yucuñuti.

#### FORMACION YUCUÑUTI

Sección medida en el Arroyo Doña Chona, aproximadamente a 4.2 km al poniente de Tlaxiaco, Oaxaca. En la Lámina 12 está marcada como sección medida núm. 1.

Unidad	Litología	Espesor (metros)
--------	-----------	---------------------

La base en concordancia con la Formación Otatera, la transición consiste en el paso de coquinas de Gryphaea sp. a cuarzarenitas blanco amarillentas.

- 1 Guarzarenitas de color blanco amarillento,

Unidad	Litología	Espesor (metros)
	que algunas veces es rosada, en estratos de 40 a 50 cm . . . . .	7.0
2	Coquinas de <u>Gryphaea</u> sp. de color negro, lateran con limolitas de color gris claro, en las que se observan caminos de gusanos, en menor proporción hay limolitas de colores verde y rojizo, limolitas carbonosas y areniscas de grano fino. En la parte superior las coquinas de <u>Gryphaea</u> sp. contienen escasas formas de <u>Purpuroidea acatlana</u> . . . . .	93.0
3	Biomocrita de color gris al intemperismo, en la que destacan fragmentos de conchas de color negro, con intercalaciones delgadas de coquinas gris claro. En la parte superior se encontraron formas de <u>Lucina bellona</u> . Toda la unidad está en capas de 20 a 30 cm . . . . .	18.0
	Cima	
	Total . . . . .	118.0

Contacto discordante con la Caliza con "Cidaris".

#### CALIZA CON "CIDARIS"

Sección medida en el Arroyo Doña Chona, aproximadamente a 4 km al poniente de Tlaxiaco, Oaxaca, sobre el camino a San Juan Mixtepec. En la Lámina 12 está marcada como sección medida núm 1.

Unidad	Litología	Espesor (metros)
--------	-----------	---------------------

La base en discordancia con la Formación Yucunuti, la transición consiste en el

Unidad	Litología	Espesor (metros)
	paso de biomicritas a coquinas de <u>Gryphaea mexicana</u> con intercalaciones de biomicrita arcillosa..	
1	Intercalaciones de coquinas y biomicritas arcillosas; las coquinas son de <u>Gryphaea mexicana</u> con algunas formas de <u>Lima (Plagiostoma)</u> sp. e intemperizan a gris claro. Las biomicritas son de color gris con fragmentos de conchas, en sus últimos estratos contiene formas de <u>Parathyridina mexicana</u> . Todos los estratos de esta unidad son de 2 a 3 cm . . .	30.0
2	Biointramicrita, con textura afanocristalina, exacorales y fragmentos de conchas, de color crema a gris, en estratos de 1 a 2 m de aspecto masivo . . . . .	19.0
3	Coquinas de invertebrados en una mesostasis limonítica gris claro, en capas de 2 a 3 cm . . . . .	3.5
4	Caliza gris oscuro con corales, en estratos de 0.5 a 1 m . . . . .	40.0
5	Calizas gris claro con equinoides, en capas de 20 a 30 cm . . . . .	60.0
	Cima	
	Total . . . . .	152.5

Contacto discordante con la secuencia terciaria.

#### CONGLOMERADO ALLENDE

##### Sección-tipo

Sección-tipo medida en el Arroyo de Allende, aproximadamente a 12.5 km al norponiente de Tlaxiaco, Oaxaca. En la Lámina 12

está marcada como sección medida núm. 7

Unidad	Litología	Espesor (metros)
--------	-----------	---------------------

La base en discordancia con la secuencia jurásica.

1	Calcilitita de color gris con mesostasis de color rojizo, constituida por fragmentos de caliza de 0.6 a 2 cm, estratificada en capas de 1 a 2 m. a veces con aspecto masivo . . . . .	20.0
2	Conglomerado polimíctico constituido por fragmentos de esquisto, caliza, cuarzo y areniscas, con mesostasis rojiza, en estratos de 0.5 a 1.0 m . . . . .	2.0
3	Calcilitita de color gris con mesostasis rojiza, constituida por fragmentos de caliza de 1 a 2 cm, en estratos de 1 a 2 m de aspecto masivo . . . . .	14.0
4	Anhidrita de color amarillo claro, muy porosa; con partes de brecha constituida por fragmentos de arenisca conglomerática. Estratos de 0.5 a 0.8 m . . . . .	3.0
5	Calcilititas de color gris con mesostasis rojiza, constituidas por fragmentos de caliza de 1 a 2 cm, en estratos de 1.5 m . . . . .	55.0
6	Conglomerado polimíctico constituido por fragmentos de esquisto, caliza, cuarzo y arenisca, con mesostasis rojiza, en estratos de 1 a 1.5 m . . . . .	3.0
7	Arenisca de grano fino rojiza, en estratos de 5 a 10 cm . . . . .	2.0
Cima		

Total . . . . 99.0

Contacto discordante con la secuencia volcánica terciaria.

A P E N D I C E   B  
 L O C A L I D A D E S   F O S I L I F E R A S  
 F O R M A C I O N E S   I N D I F E R E N C I A D A S   Z O R R I L L O - T A B E R N A

- Loc. d. Está situada en la ladera del Arroyo de la Mina, aproximadamente a 800 m al norte del Km 5 del antiguo camino a San Juan Mixtepec. Es un afloramiento de limolitas intemperizadas a café claro y gris, con carbón intercalado, plantas e invertebrados fósiles. Se colectaron los siguientes fósiles: Zamites oaxacencis, Otozamites reglei, Vaugonia (Vaugonia) v. costata (Lycett) mexicana y Trigonia (Indotrigonia) impresa.
- Loc. e. Está situada en la ladera del Arroyo Yuní, aproximadamente a 700 m al poniente del Km 6 del nuevo camino a San Juan Mixtepec. La localidad es un afloramiento de limolitas que intemperizan a café, pardo y gris, con carbón intercalado en la parte inferior. Se colectaron los siguientes fósiles: Zamites lucezensis, Otozamites paratypus, Otozamites obtusus, Lucina cf. L. bellona, Astarte sp., Vaugonia (Vaugonia) v. costata (Lycett) mexicana.
- Loc. f. Se localiza aproximadamente a 500 m al poniente del Km 10 (puente) del nuevo camino a San Juan Mixtepec. Es un afloramiento de limolitas de color pardo y gris, con carbón intercalado. Se colectaron los siguientes fósiles: Ptilophyllum sp., Otozamites reglei, Otozamites paratypus y Otozamites obtusus.
- Loc. h. Tiene su localización aproximadamente a 1100 m al poniente del poblado de Allende, en la Loma Yucuaní. Es un afloramiento de limolitas y lutitas que intemperizan en amarillo pardusco. Los fósiles que se colectaron son : Williamsonia netzahualcoyotlii, Otozamites reglei, Otozamites paratypus, Otozamites obtusus, Anomozamites lindleyanus y Zamites oaxacencis.

## FORMACION OTATERA

- Loc. c. Está situada aproximadamente a 300 m al sur del Km 4.5 del antiguo camino a San Juan Mixtepec. Consiste en un afloramiento de coquinas negras y algunas pardo amarillento. Se colectaron los siguientes fósiles: Eocallista imlayi, Pleuromya sp., Crenotrapezium hayami y Gryphaea sp.
- Loc. g. Está situada aproximadamente a 1300 m al oriente del Km 12, del nuevo camino a San Juan Mixtepec. La localidad consiste de coquinas negras y amarillo ocre. Se colectaron los siguientes fósiles: Crenotrapezium hayami, Pleuromya sp. y Gryphaea sp.

## FORMACION YUCUNUTI

- Loc. b. Se encuentra aproximadamente a 200 m al sur del Km 3.8 del camino a San Juan Mixtepec. Consiste de un afloramiento de coquinas que alternan con limolitas y areniscas de grano fino, habiendo en su parte superior capas delgadas de biomicrita. Los fósiles colectados son: Gryphaea sp., Lucina bellona y Purpuroidea acatlana.

## CALIZA CON "CIDARIS"

- Loc. a. Está localizada aproximadamente a 1300 m al sur del Km 3.5 del camino que va a San Juan Mixtepec. Es un afloramiento de coquinas, biomicritas arcillosas y biomicritas que intemperizan a gris y gris oscuro. Los fósiles colectados son: Lima (Plagiostoma) sp., Gryphaea mexicana y Parathyridina mexicana.

## R E F E R E N C I A S

- ALENCASTER, G., 1963. "Pelecípodos del Jurásico del noreste de Oaxaca y noroeste de Guerrero": Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana Núm. 15, 52 p.
- \_\_\_\_\_, y BUITRON, B. E., 1965. "Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo, Estado de Puebla". In Estratigrafía y Paleontología del Jurásico Superior del Estado de Puebla: Ibid., Núm. 21, pt. 2, p. 1-53.
- AVECILLA, G. C., 1973. "Moluscos Jurásicos del área de San Andrés Yutatío, Municipio de Tezoatlán, Oaxaca": Univ. Nal. Autón. México, Fac. Ciencias, Tesis Prof., no publicado, xi+102 p.
- BARRERA, T., 1946. "Guía Geológica de Oaxaca": Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, 101 p.
- BILLINGS, M. P., 1958. "Structural Geology": Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 564 p.
- BIRKINBINE, J. L., 1911. "Exploration of certain iron-ore and coal deposits in the State of Oaxaca": American Inst. Min. Engin., Trans. 12, p. 166-188.
- BÖSE, E., and CAVINS, O. A., 1927. "The Cretaceous and Tertiary of southern Texas and northern México": Univ. Texas, Bull. 2748, p. 7-142.
- BUITRON, B. E., 1970. "Equinoides del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior de Tlaxiaco, Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 154-163.
- BURCKHARDT, C., 1927. "Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero": Inst. Geol. México, Bol. 47, 106 p.
- \_\_\_\_\_, 1930. "Etude synthetique sur le Mesozoique Mexicain": Soc. Paleont. Suisse, Mem. 49-50, 289 p.
- CARDENAS-VARGAS, J., 1966. "Contribución al conocimiento de la Mixteca Oaxaqueña": México, Minería y Metalurgia, Núm. 38, p. 15-107.
- CORTEZ-OBREGON et al., 1957. "La cuenca carbonífera de la Mixteca": México, D.F., Banco de México, S.A., Dpto. Inv. Ind., v. 1, 191 p., v. 2, 66 p.

- DE CSERNA, Z., 1956. "Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México, entre Torreón y Monterrey": Congr. Geol. Internal., 20 a Ses., México, 1956, 87 p.
- \_\_\_\_\_, 1960. "Orogenesis in time and space in México": Geol. Rundschau, v. 50, p. 595-605.
- \_\_\_\_\_, 1970. "Reflexiones sobre algunos problemas de la geología de la parte centromeridional de México": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 37-50.
- ERBEN, H. K., 1956a. "El Jurásico Inferior de México y sus amonitas": Congr. Geol. Internal., 20 a Ses., México, 1956, 393 p.
- \_\_\_\_\_, 1956b. "El Jurásico Medio y el Caloviano de México": Ibid. 140 p.
- FERRUSQUIA-VILLAFRANCA, I., 1970. "Geología del área de Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlán, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 97-119.
- \_\_\_\_\_, 1976. "Estudios Geológico-Paleontológicos en la Región Mixteca, Pt. 1. Geología del área Tamazulapan-Teposcolula-Yanhuitlán, Mixteca Alta, Estado de Oaxaca, México": Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 97, 160 p.
- FELIX, J. y LENK, H., 1899. "Beiträge Zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexiko": Stuttgart, Schweizerbart, Paläontographica, v. 37, pt. 1 (1890), 114 p.; pt. II (1899), p. 39-54.
- FLORES, T., 1909. "Datos para la geología del Estado de Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana Bol., t. 5, p. 107-128.
- FOLK, R. L., 1968. "Petrology of Sedimentary Rocks": Austin, Hemphill's, 170 p.
- FRIES, C., Jr., 1960. "Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México": Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 60, 236 p.
- GARCIA, E., 1964. "Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen": México, Talleres Offsset Larios, 71 p.
- GUZMAN, E. J., 1950. "Geología del Noreste de Guerrero": Bol. Asoc. Mexicana de Geol. Petroleros, v. II, Núm. 2, p. 95-156.

- GUAMAN, E. J. y DE CSERNA, Z., 1963. "Tectonic History of México": In Childs O. E., y Beebe, B. W. (Eds.), Backbone of the Americas, Tectonic History from pole to pole. American Assoc. Petrol. Geol., Mem. 2, p. 88-100.
- HEIM, A., 1940. "The front ranges of Sierra Madre Oriental, México, Front Ciudad Victoria to Tamazunchale": *Eclogae Geol. Helvetiae*, v. 33, p. 313-362.
- IMLAY, R. W., 1953. "Las formaciones jurásicas de México": *Soc. Geol. Mexicana Bol.*, t. 16, 65 p.
- KULP, J. L., 1961. "Geologic time-scale": *Science*, v. 133, p. 1105-1114.
- LOPEZ-TICHA, D., 1969. "Evaluación petrolífera de la Cuenca de Tlaxiaco, Estado de Oaxaca. Seminario sobre Exploración Petrolera, Mesa Redonda Núm. 6": Problemas de exploración en áreas posiblemente petrolíferas de la República Mexicana, *Inst. Mexicano del Petrol.*, p. M. R. 6(7) vii+ p. 1-28.
- MARTINEZ-HERNANDEZ, E., 1981. Comunicación oral.
- MOORE et al., 1952. "Invertebrate fossils": New York, Mac Graw-Hill Book Co., 776 p.
- MUIR, J. M., 1936. "Geology of the Tampico region, México": Tulsa, American Assoc. Petroleum Geologists, 280 p.
- OJEDA-RIVERA, J., 1975. "Revaluación geoeconómica de los depósitos de carbón del área de Tezoatlán, Oaxaca": *Asoc. de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México, Revista Geomimet Núm. 79*, ene.- feb. 1976, p. 21-40.
- OCHOTERENA, F. H., 1960. "Variación intraespecífica en Parathyridina mexicana n. sp., terebratulido del Oxfordiano de México": *Univ. Nal. Autón. de México, Inst. de Geología, Paleontología Mexicana Núm. 9*, 40 p.
- ORTEGA-GUTIERREZ, F., 1978. "Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estado de Puebla y Oaxaca": *Univ. Nal. Autón. de México, Inst. de Geología, Revista*, v. 2, Núm. 2, p. 112-131.
- \_\_\_\_\_, 1980. "Constitución geológica y evolución tectónica del Estado de Oaxaca": México, Inédito.

- PÉREZ-IBARGUENGOITIA et al., 1965. "Reconocimiento geológico del área Petlalcingo-Santa Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla". In Estratigrafía y Paleontología del Jurásico Superior del Estado de Puebla: Univ. Nal. Autón. de México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana Núm. 21, pt. 1, p. 1-22.
- PERSON, CH. P., 1976. "The Middle Jurassic flora of Oaxaca, México": Univ. Texas Austin, Ph. D. Diss., xxvii+145 p.
- RAISZ, E., 1964. "Landforms of México": Cambridge, map scale approx. 1:3 000 000, second edition.
- RAMÍREZ, S., 1882. "Estudio de unos ejemplares de carbón mineral procedentes del Distrito de Tlaxiaco en el Estado de Oaxaca": Anal. Minist. Fomento, México, v. 7, p. 108-113.
- RUIZ-CASTELLANOS, M., 1970. "Reconocimiento geológico del área de Mariscala-Amatitlán, Estado de Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 55-66.
- SALAS, G. P., 1949. "Bosquejo geológico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca": Asoc. Mexicana Geol. Petrol. Bol., v. 1, p. 79-156.
- SCHLAEFFER, C. J., 1970. "Geología Terciaria del área de Yanhuatlán-Nochistlán, Estado de Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 85-96.
- SILVA-PINEDA, A., 1970. "Plantas fósiles del Jurásico Superior de la región de Tezoatlán, Estado de Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 129-153.
- STACH, E., et al., 1975. "Coal Petrology": Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 428 p.
- STRECKEISEN, A., 1965. "Die Klassifikation der Eruptivgesteines": Geol. Rundschau, v. 55, p. 478-491.
- TATSCH, J. H., 1980. "Coal Deposits": Tatsch Associates (Ed.), Sudbury, Massachusetts 01776, 590 p.
- WIELAND, G. R., 1914. "La flora Liásica de la Mixteca Alta": México, D.F., Inst. Geología México, Bol. 31, 162 p.
- WILLIAMS, H., et al., 1954. "Petrography": San Francisco, W. H. Freeman and Co., 406 p.

WILSON, J. A., y CLABAUGH, S. E., 1970. "A new Miocene formation and description of volcanic rocks, northern valley of Oaxaca": Soc. Geol. Mexicana, Exc. México-Oaxaca, libro-guía, p. 120-128.



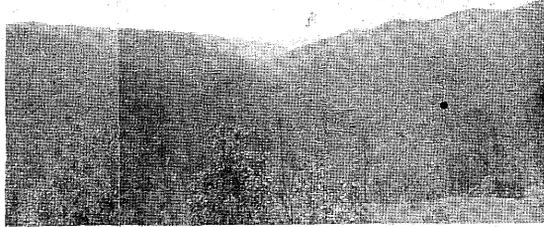
L A M I N A S

LAMINA 1

PANORAMICA DEL AREA DE TLAXIACO Y AFLORAMIENTOS  
DEL COMPLEJO ACATLAN Y CONGLOMERADO CUALAC?

- Fig. a. Panorámica del área de Tlaxiaco. Tomada de norte a sur, en la parte central el Río Numí, a la izquierda está la secuencia del Jurásico y a la derecha está el Complejo Acatlán.
- Fig. b. Complejo Acatlán, afloramiento sobre el Arroyo Yuticuani, aproximadamente 1.5 km al oeste-noroeste de Allende, Municipio de Tlaxiaco.
- Fig. c. Conglomerado Cualac?, afloramiento sobre el Arroyo Yuticuani, muy cerca de su contacto con el Complejo Acatlán, aproximadamente a 1.4 km al oeste-noroeste de Allende, Municipio de Tlaxiaco.
- Fig. d. Conglomerado Cualac?, afloramiento en el lecho del Río Numí, muy cerca de la desembocadura del Arroyo de la Mina.

CARRASCO, LAM. 1



a



b



c



d

PANORAMICA DEL AREA DE TLAXIACO, COMPLEJO ACATLAN  
Y CONGLOMERADO CUALAC ?

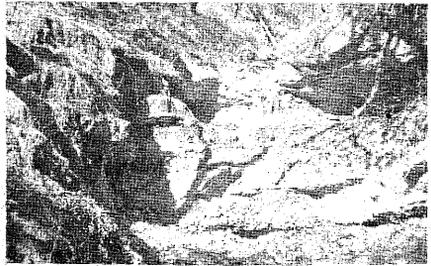
LAMINA 2

AFLORAMIENTOS DE LAS FORMACIONES INDIFERENCIADAS  
ZORRILLO-TABERNA Y DE LA FORMACION SIMON

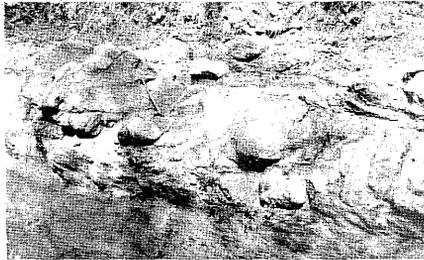
- Figs. a y b. Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, afloramiento en el Arroyo de la Carbonera, aproximadamente a 1000 m al sur del Km 6 del antiguo camino a San Juan Mixtepec. Se observan limolitas y areniscas de grano fino.
- Fig. c. Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, afloramiento en el Arroyo de Chicavanaicúche, aproximadamente a 600 m al este-sureste del Km 8 del nuevo camino a San Juan Mixtepec. Se observan limolitas predominantemente.
- Fig. d. Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, socavón localizado a 500 m al noroeste del Km 8.5 (puente) del nuevo camino a San Juan Mixtepec. Se observan limolitas carbonosas y laminaciones de carbón.
- Fig. e. Formación Simón, sobre el Arroyo de Allende, aproximadamente a 1.1 km al este-sureste del Km 11 del camino a Allende. Se observan areniscas conglomeráticas y diastratificación.
- Fig. f. Formación Simón, afloramiento en el Arroyo Yuni, aproximadamente a 400 m al oeste-noroeste del Km 6 del nuevo camino a San Juan Mixtepec.



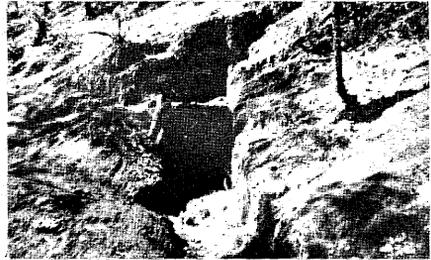
a



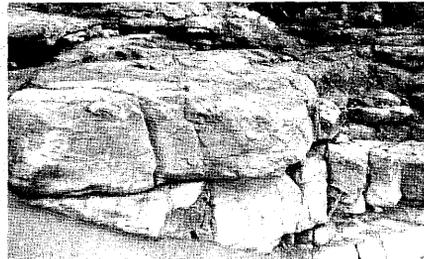
b



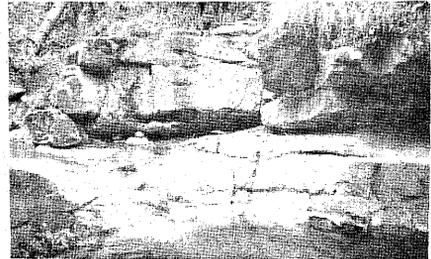
c



d



e



f

FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA  
Y FORMACION SIMON

### LAMINA 3

#### FOTOMICROGRAFIAS DEL COMPLEJO ACATLAN, DEL CONGLOMERADO CUALAC? Y DE LAS FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA

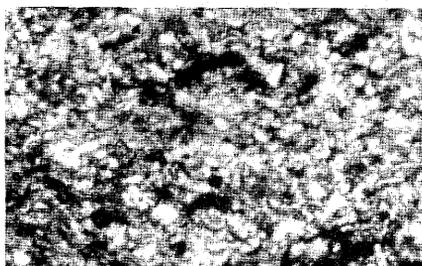
- Fig. a. Complejo Acatlán, variedad esquistoso de cuarzo y muscovita. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-38 (sección 8) que procede del afloramiento sobre el Arroyo Yuticuani, aproximadamente 1.5 km al oeste-noroeste de Allende. Nótese el cuarzo compuesto y los conjuntos foliados de mica. Con nicoles cruzados.
- Fig. b. Conglomerado Cualac?, filarenita micacea inmadura. Fotomicrografía de la muestra núm. CR80-24 (geol. sup.) procede del afloramiento en la desembocadura del Arroyo de Doña Chona en el Río Numí. Se observa cuarzo, líticos de esquistoso y mica. Observación en nicoles cruzados.
- Fig. c. Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, limolita carbonosa. Fotomicrografía de la muestra núm. CR80-13 (sondeo R.G. 2), perforación localizada en la Loma Yucuticano. Nótese la mesostasis de arcillas, los granos principalmente de cuarzo y el material carbonoso en forma de pequeños lentes. Observación con luz natural.
- Fig. d. Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, lodolita. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-31 (sección 8), procedente del afloramiento en el Arroyo Yuticuani, aproximadamente a 900 m al oeste-noroeste de Allende. Se observan principalmente arcillas y granos clásticos de cuarzo y mica. Observación con nicoles cruzados.
- Fig. e. Formaciones Indiferenciadas Zorrillo-Taberna, subarcosa. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-27 (sección 8), procedente del afloramiento en el Arroyo Yuticuani, aproximadamente a 800 m al oeste-noroeste de Allende. Nótese la predominancia de los granos clásticos de cuarzo. Observación con nicoles cruzados.



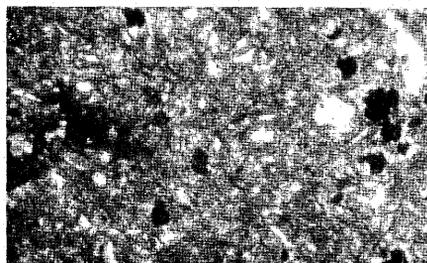
0.5 mm a



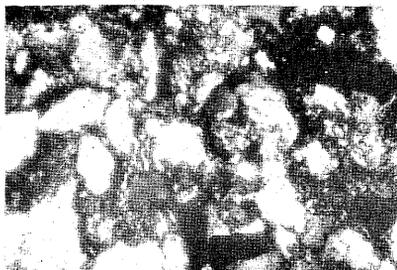
0.5 mm b



0.25 mm c



0.25 mm d



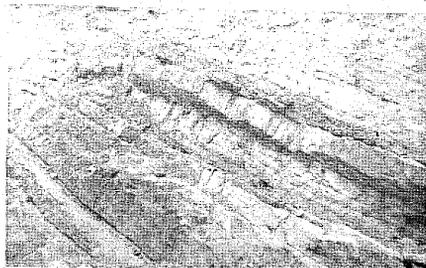
e 0.25 mm

COMPLEJO ACATLAN, CONGLOMERADO CUALAC  
Y FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA

LAMINA 4

AFLORAMIENTOS DE LAS FORMACIONES OTATERA,  
YUCUNUTI Y DE LA CALIZA CON "CIDARIS"

- Fig. a. Contacto de la Formación Simón con la Formación Otatera, se localiza en el Arroyo de Allende, aproximadamente a 1.5 km al este-sureste del Km 11 del camino a Allende. Se observan las areniscas en contacto con coquinas negras.
- Fig. b. Formación Otatera, afloramiento en el Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 350 m al sur del Km 5 del antiguo camino a San Juan Mixtepec. Estrato delgado de intraespatita, que muestra el plegamiento u ondulación que existe en esta formación.
- Fig. c. Formación Yucunuti, afloramiento en el Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 300 m al sur-suroeste del Km 4 del camino a San Juan Mixtepec. Estratos delgados de biomicritas y coquinas gris claro.
- Fig. d. Caliza con "Cidaris", muestra colectada en la cabecera del Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 250 m al sur-suroeste del Km 3.8 del camino a San Juan Mixtepec. En la muestra se observan pequeños corales y la estructura cárstica.



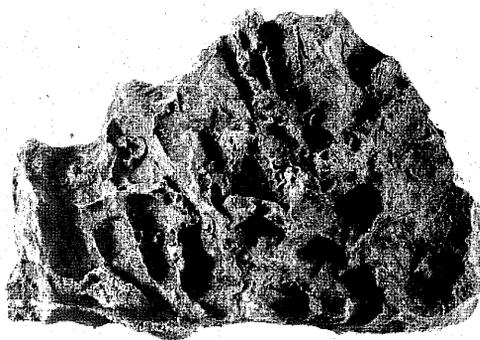
a



b



c



d

FORMACION OTATERA, FORMACION YUCUÑUTI  
Y CALIZA CON "CIDARIS"

## FOTOMICROGRAFIAS DE LAS FORMACIONES

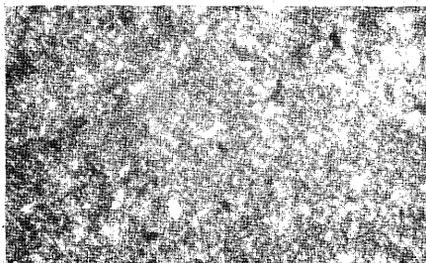
## SIMON, OTATERA Y YUCUÑUTI

- Fig. a. Formación Simón, subarcosa. Fotomicrografía de la muestra CR79-4 (sección 4), procede del afloramiento en el Arroyo de Chicavanaicuche, aproximadamente a 500 m al norte del Km 7 del nuevo camino a San Juan Mixtepec. Nótese la presencia de cuazo compuesto gíneo en una mesostasis limo arcillosa. Observación con nicoles cruzados.
- Fig. b. Formación Simón, limolita. Fotomicrografía de la muestra CR79-19 (sección 7), procede del afloramiento en el Arroyo de Allende, aproximadamente a 200 m al este-sureste del Km 11 del camino a Allende. Se observa la predominancia de microcristales del tamaño del limo fino y arcillas, con distribución dispersa de cuarzo. Observación con luz paralela.
- Fig. c. Formación Otatera, variedad intraespatita Ts. Fotomicrografía de la muestra CR79-8 (sección 1), procede del afloramiento en el Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 400 m al sur-suroeste del Km 5.3 del viejo camino a San Juan Mixtepec. Nótese el lítico de toba rodeado por espatita. Con luz paralela.
- Fig. d. Formación Yucuñuti, limolita gruesa. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-15 (sección 1), proviene del afloramiento en el Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 350 m al sur-suroeste del Km 4.7 del antiguo camino a San Juan Mixtepec. Notar microcristales del tamaño de arcillas y cuarzo con distribución bimodal. Observación con luz paralela.
- Fig. e. Formación Yucuñuti, cuarzarenita. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-14 (sección 1), proviene del afloramiento en el Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 350 m al sur-suroeste del Km 4.5 del viejo camino a San Juan Mixtepec. Nótese que los granos de cuarzo tienen clasificación moderada. Luz paralela.
- Fig. f. Formación Yucuñuti, variedad biomicrita Ts. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-17 (sección 1), proveniente del afloramiento en el Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 250 m al sur-suroeste del Km 3.8 del camino a San Juan Mixtepec. Nótese los fragmentos de concha y granos de cuarzo. Luz paralela.



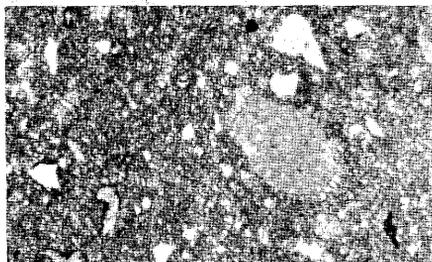
0.5 mm

a



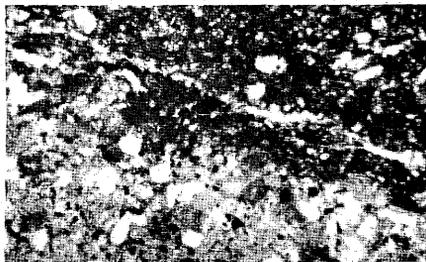
0.25 mm

b



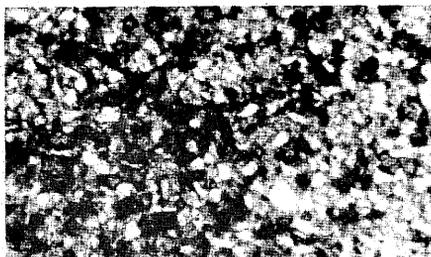
0.5 mm

c



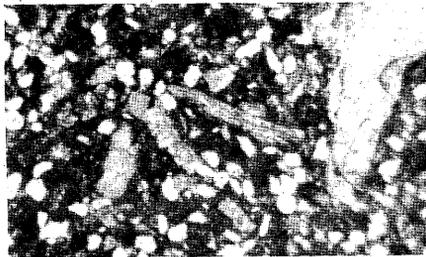
0.5 mm

d



0.5 mm

e



0.5 mm

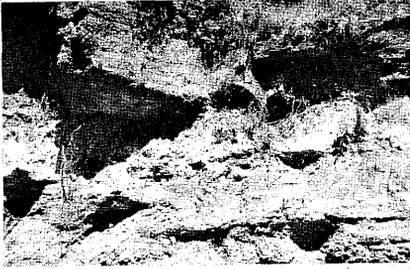
f

FORMACION SIMON, FORMACION OTATERA  
Y FORMACION YUCUÑUTI

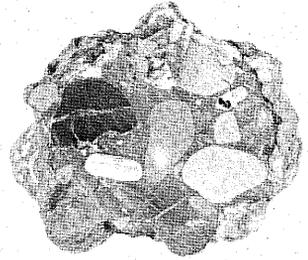
LAMINA 6

AFLORAMIENTOS DEL CONGLOMARADO ALLENDE  
ANDESITA YUCUDAAC Y TERCIARIO INDIFERENCIADO

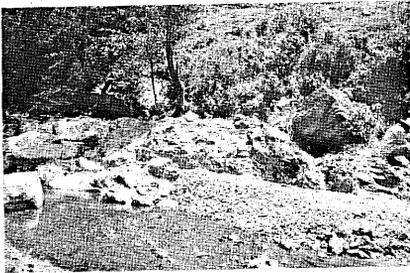
- Fig. a. Afloramiento del Conglomerado Allende, en la parte inferior estratos de limolitas y areniscas de grano fino en colores verde y rojizo; se localiza aproximadamente a 1.8 km al este-sureste del Km 11 del camino a Allende, sobre el Arroyo de Allende.
- Fig. b. Muestra del Conglomerado Allende, donde se pueden observar el tamaño de los líticos, su composición y el cementante; fué colectada en la cabecera del Arroyo de la Mina, aproximadamente en el km 5 del camino de terracería a San Juan Mixtepec.
- Fig. c. Andesita Yucudaac, afloramiento localizado en la Loma Verde, aproximadamente a 500 m al noreste de Allende. Se observan derrames delgados con superficie lisa, los que forman pequeños bloques.
- Fig. d. Partes basales del Terciario Indiferenciado, afloramiento en la cabecera del Arroyo de Chicavanaicuche, en el contacto con el Conglomerado Allende, aproximadamente a 800 m al este-noreste del Km 7 del camino a San Juan Mixtepec.



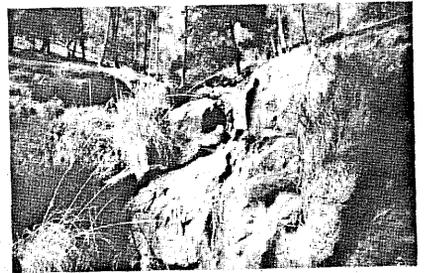
a



b



c

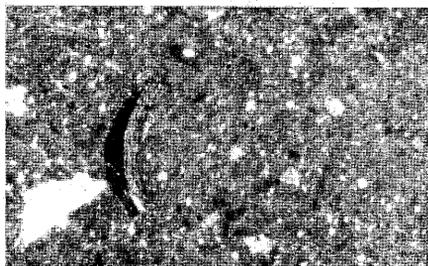


d

CONGLOMERADO ALLENDE, ANDESITA YUCUDAAC  
Y TERCIARIO INDIFERENCIADO

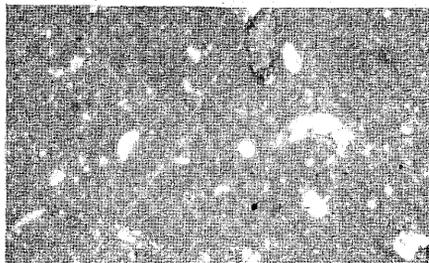
FOTOMICROGRAFIAS DE LA CALIZA CON "CIDARIS";  
 CONGLOMERADO ALLENDE, ANDESITA YUCUDAAC,  
 TERCIARIO INDIFERENCIADO Y ANDESITA INTRUSIVA YUNÍ

- Fig. a. Caliza con "Cidaris", variedad biomicrita Tc. Fotomicrografía de la muestra núm. CR80-21 (geol. sup.), procede de la cabecera del Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 200 m al sur-suroeste del Km 4 a San Juan Mixtepec. Nótese la abundancia de micrita y arcilla que rodea fragmentos de concha y esporádicos granos cuarzo. Observación con luz paralela.
- Fig. b. Caliza con "Cidaris", variedad biointramicrita. Fotomicrografía de la muestra núm. CR80-22 (geol. sup.), procede de la cabecera del Arroyo de Doña Chona, aproximadamente a 600 m al sur-suroeste del Km 4 a San Juan Mixtepec. Notar la presencia de fragmentos de fósiles, intraclastos y micrita. Con nicoles cruzados.
- Fig. c. Conglomerado Allende, calcilitita. Fotomicrografía de la muestra núm. CR80-23 (geol. sup), procede de la cabecera del Arroyo de la Mina, aproximadamente en el Km 5 del camino a San Juan Mixtepec. Se observa el cementante de calcita y un clasto de caliza. Observación con luz natural.
- Fig. d. Andesita Yucudaac, andesita de augita e hiperstena. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-44a, procede de la Loma Yupedro, aproximadamente a 600 m al norte-noreste del Km 12 del nuevo camino a San Juan Mixtepec. Nótese la textura glomeroporfídica de las plagioclasas. Con nicoles cruzados.
- Fig. e. Terciario Indiferenciado, andesita. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-43 (sección 7), proviene de la cabecera del Arroyo de Allende, aproximadamente a 2 km al este-sureste del Km 11 a Allende. Notar los fenocristales de plagioclasa en una mesostasis de plagioclasa microlítica. Con nicoles cruzados.
- Fig. f. Andesita Intrusiva Yuni, andesita de olivino. Fotomicrografía de la muestra núm. CR79-7 (sección 3), procede del Arroyo Yuni, aproximadamente a 1 km al oeste-noroeste del Km 6 del camino a San Juan Mixtepec. Nótese los fenocristales alterandose y la abundancia de plagioclasa. Observación con luz paralela.



0.5 mm

a



0.5 mm

b



0.5 mm

c



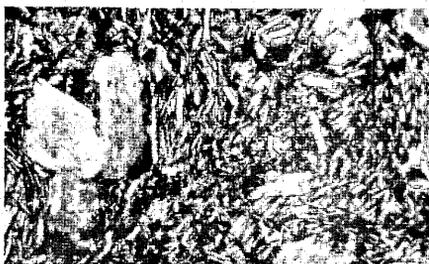
0.5 mm

d



0.5 mm

e



0.5 mm

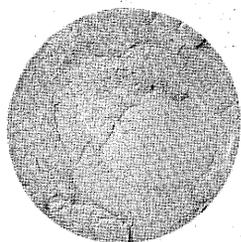
f

CALIZA CON "CIDARIS", CONGLOMERADO ALLENDE, ANDESITA YUCUDAAC, TERCIARIO INDIFERENCIADO Y ANDESITA INTRUSIVA YUNI

LAMINA 8

INVERTEBRADOS Y PLANTAS FOSILES  
DE LAS FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA,  
COLECTADOS PARA ESTE ESTUDIO

- Fig. A. Lucina cf. L. bellona. CR80-5 (X1), sondeo R.G. 9, perforación localizada en la Loma Yucuticano.
- Fig. B. Astarte sp. CR80-15 (X1), sondeo B.H. 1, perforación localizada en el Cerro de la Carbonera.
- Fig. C. Vaugonia (Vaugonia) v. costata (Lycett) mexicana. CR80-18 (X 1.5), sondeo R.G. 2, perforación localizada en la Loma Yucuticano.
- Fig. D. Trigonia (Indotrigonia) impressa. CR80-5 (X2), fósil colectado en el Arroyo de la Mina, Loc. d.
- Fig. E. Zamites oaxacencis. CR80-7 (X1), sondeo R.G. 9, perforación localizada en la Loma Yucuticano.
- Fig. F. Zamites lucerensis. CR80-20 (X1), sondeo B.H. 7, perforación localizada en el Cerro de la Carbonera.
- Fig. G. Cf. Ptilophyllum sp. CR80-1 (X2), fósil colectado en la Loma Yupedro, Loc. f.
- Fig. H. Williamsonia netzahualcoyotlii. CR80-8 (X1), fósil colectado en la Loma Yucuaní, Loc. h.



A

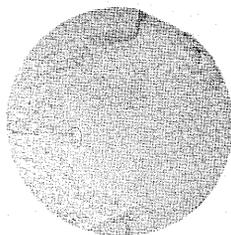


B

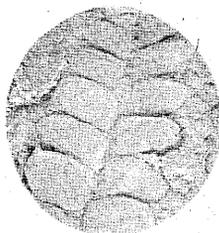


C

D



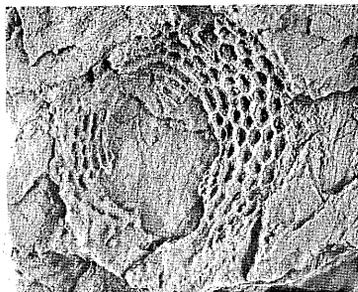
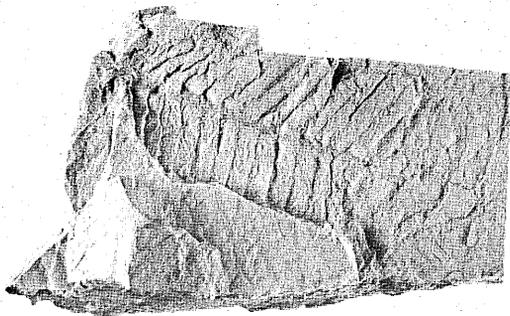
E



F

G

H

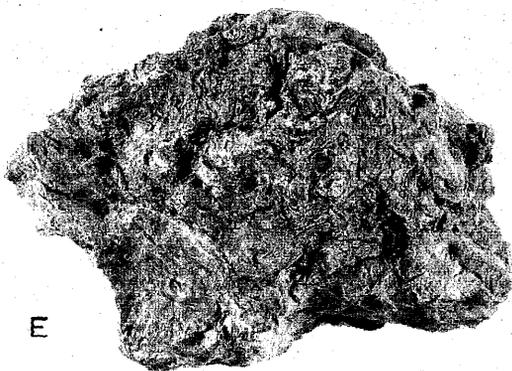
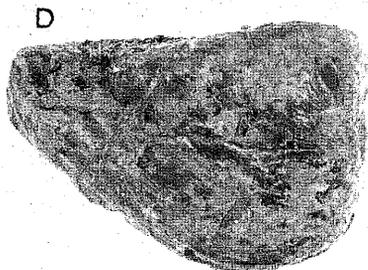
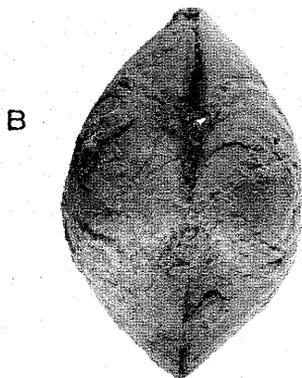


INVERTEBRADOS Y PLANTAS FOSILES DE LAS FORMACIONES  
INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA

LAMINA 9

INVERTEBRADOS FOSILES DE LA FORMACION OTATERA,  
COLECTADOS PARA ESTE ESTUDIO

- Figs. A y B. Eocallista imlayi. CR79-6, 12 (X1), fósil coleccionado en el Arroyo de Doña Chona, Loc. c.
- Fig. C. Pleuromya sp. CR79-7 (X1), fósil coleccionado en el Arroyo de Doña Chona, Loc. c.
- Fig. D. Crenotrapezium hayami. CR79-8a (X1), fósil coleccionado en el Arroyo de Allende, Loc. g.
- Fig. E. Coquina de Gryphaea sp. CR79-8b, 12a (X1), muestra coleccionada en el Arroyo de Allende, Loc. g.



LAMINA 10

INVERTEBRADOS FOSILES

DE LA FORMACION YUCUNUTI Y DE LA CALIZA CON "CIDARIS",  
COLECTADOS PARA ESTE ESTUDIO

- Fig. A. Purpuroidea acatlana. CR79-16 (X1), fósil colectado en el Arroyo de Doña Chona, Loc. b, Formación Yucuñuti.
- Fig. B. Lucina sp. CR79-18 (X1), fósil colectado en el Arroyo de Doña Chona, Loc. b, Formación Yucuñuti.
- Fig. C. Lima (Plagiostoma) sp. CR79-19 (X 1.5), fósil colectado en el Arroyo de Doña Chona, Loc. b, Caliza con "Cidaris".
- Figs. D y E. Gryphaea mexicana. CR79-23 (X2), fósiles colectados en la cabecera del Arroyo de Doña Chona, Loc. a, Caliza con "Cidaris".
- Fig. F. Parathyridina mexicana. CR79-24 (X2), fósiles colectados en la cabecera del Arroyo de Doña Chona, Loc. a, Caliza con "Cidaris".



A



B



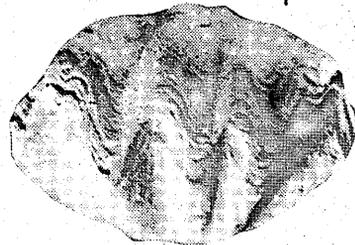
C



D



E



F

INVERTEBRADOS FOSILES DE LA FORMACION YUCUÑUTI  
Y DE LA CALIZA CON "CIDARIS"

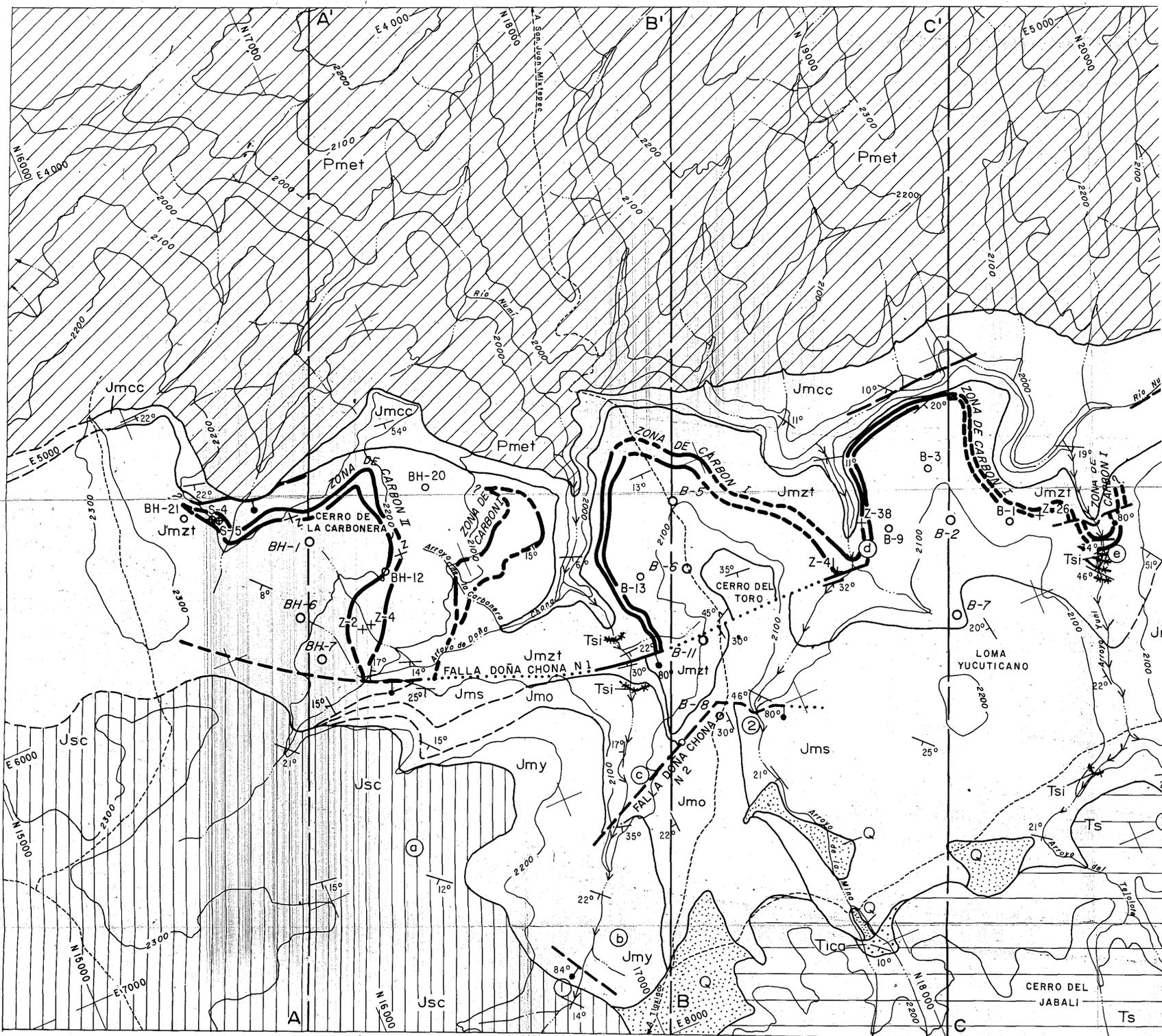
ERATENA	SISTEMA	SERIE	PISO EUROPEO	** EDAD M.A. (1)	OAXACA																		
					REGION NOROCCIDENTAL			REGION CENTRAL			PUEBLA SURORIENTAL												
					(2)	(3)	MARISCALA (4)	TAMAZULAPAN (5)	TLAXIACO (6)	NOCHISTLAN (7)	VALLE DE OAXACA (8)	PETLALCINGO (9)											
CENOZOICO	C. PLEISTOCENO Y RECIENTE	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION									
															13	CAPAS	MBRO.VOLCANICO	VOLCANICO ACIDO E INTERMEDIO	Tsch	TS	ROCAS VOLCANICAS	GRAVAS Y CONGLOMERADOS	
															25	YANHUITLAN	MBRO.TEZOATLAN	DEPOSITOS LACUS-TRES CONT. CLAS. DEPOS. VOLCANICOS INTERMEDIO A BASICOS	Tsay Tsais Tstl	Tsay	Fm.SOSOLA	Fm.SUCHIL-QUINTONGO	MBRO. ETUA
															36	CAPAS	MBRO.CATARINA	DEPOS. VOLCANICOS INTERCALADOS			Fm.YANHUITLAN		
															45	HUAJUAPAN							
															52								
															58								
															63								
															72	MAESTRICHIANO	TILALTONGO						
															84	CAMPANEANO	CALIZA PETLALCINGO						
90	SANTONIANO																						
110	CENOMANIANO	CALIZA PETLALCINGO	FORMACION MORELOS																				
120	ALBIANO	CALIZA CIPIAPA																					
135	APTIANO	GRUPO PUEBLA																					
166	NEOCOMIANO	GRUPO PUEBLA																					
MESOZOICO	SUPERIOR	TITONIANO	CALIZA																				
		PORTLANDIANO	TEPOSCOLULA																				
		KIMERIDGIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		OXFORDIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		CALOVIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		BATONIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		BAJOCIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		AALENIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		TOARCIANO	GRUPO TECOCOYUNCA																				
		181	PLIENSCHACHIANO	CAPAS MIXTEPEC EL CONSUELO																			
JURASICO	SUPERIOR	HETANGIANO																					
TRIASICO	SUPERIOR																						
PALEOZOICO	PERMICO																						

- (1) Kulp, 1961, (2) Salas, 1949,
- (3) Erben, 1956 AyB, área Tezoatlán - Huajuapán
- (4) Ruiz-C., 1970; Área de Mariscala - Amatitlán, Oax.
- (5) Ferrasquia-V., 1976, área Tamazulapán - Teposcolula - Yanhuítlan,
- (6) Carrasco-R., 1981, éste estudio,
- (7) Schlaepfer, 1970, (8) Wilson y Claibough, 1970,
- (9) Perez, Hokuto y De Cserna, 1965

\* Adaptado de Hendricks y Wilson, 1967, y Young, 1967.  
 \*\* En Millones de Años.

CLAVE:  
 Qal = Cuaternario Aluvión  
 Qca = Caliche  
 Qtr = Travertino  
 Qs = Suelo  
 Tsch = Terciario Superior Fm. Chilapa  
 Tssm = Andesita Sn. Marcos  
 Tsay = Andesita Yucudaac  
 Tstl = Toba Cerro Verde  
 Tsais = Andesita Intrusiva Suchistlahuaca  
 Ts = Terciario Superior Indiferenciado

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE LA REGION NOROCCIDENTAL Y CENTRAL DEL ESTADO DE OAXACA, QUE MUESTRA EL DESARROLLO DE LA NOMENCLATURA Y LA POSICION DE LAS UNIDADES PRINCIPALES

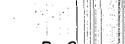


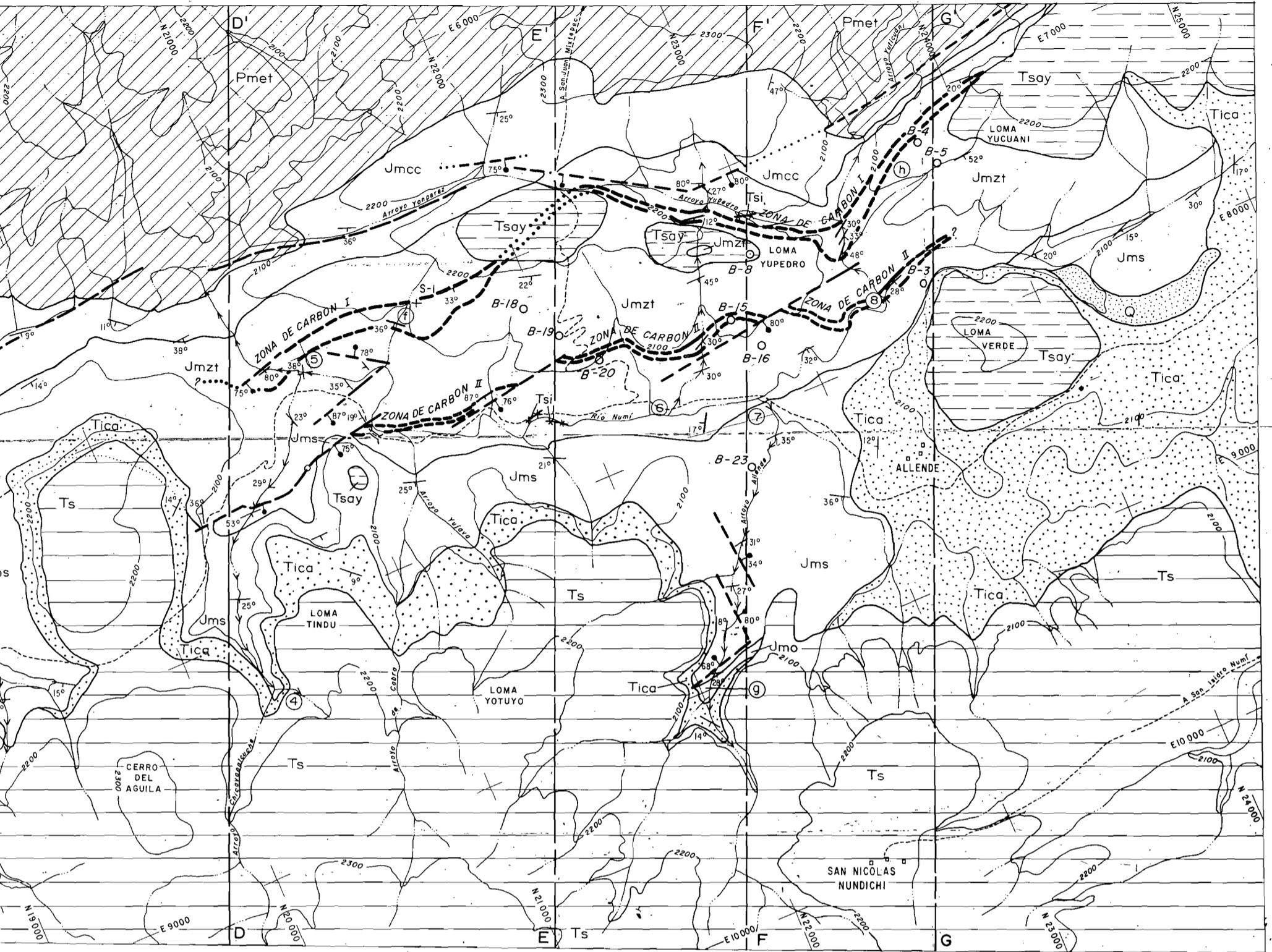
### LEYENDA

#### ROCAS IGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMORFICAS

CUATERNARIO	{	PLEISTOCENO Y RECIENTE		ALUVION, CALICHE Y SUELO	
		<i>DISCORDANCIA</i>			
TERCIARIO	{	PLIOCENO		TERCIARIO INDIFERENCIADO	
		OLIGOCENO		FORMACION ANDESITA YUCUDAAC	
		<i>DISCORDANCIA</i>			
		EOCENO		CONGLOMERADO ALLENDE Conglomerados calcilitíficos	
JURASICO	{	OXFORDIANO		CALIZA CON "CIDARIS" Calizas fosilíferas	
		<i>DISCORDANCIA</i>			
		CALOVIANO		FORMACION YUCUÑUTI Coquinas, areniscas y caliza	
		BATONIANO SUPERIOR		FORMACION OTATERA Coquinas y areniscas	
		BATONIANO MEDIO		FORMACION SIMON Areniscas y limolitas de color rojizo	
		BAJOCIANO BATONIANO INFERIOR		FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA Limolitas, areniscas y mantos de carbón	
PÁLEOZOICO	{	? AALENIANO		CONGLOMERADO CUALAC ? Brecha sucia de guijarros y matatas con líticos de esquistos	
		<i>DISCORDANCIA</i>			
PÁLEOZOICO	{	CAMBRICO DEVONICO		COMPLEJO ACATLAN Esquistos filoníticos	
		<i>DISCORDANCIA</i>			
TERCIARIO	{			ANDESITA INTRUSIVA YUNI Diques y diquestratos	

#### GEOLOGICOS

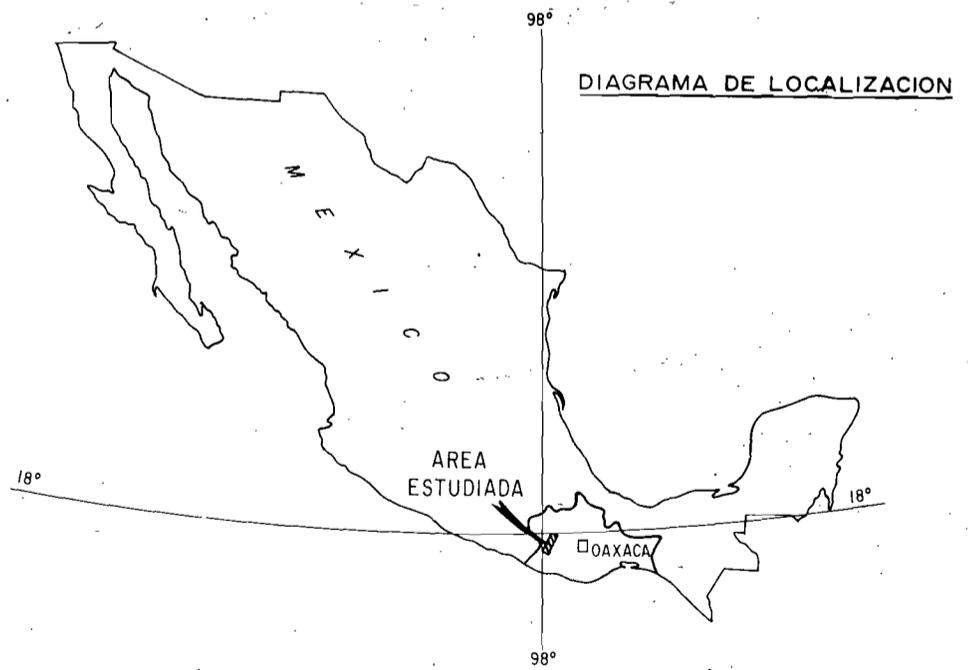
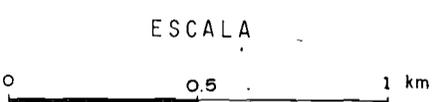
	CONTACTO - Con línea interrumpida donde está oculto y con línea punteada donde es evidente
	RUMBO E INCLINACION - Medidos en el terreno
	CAPAS VERTICALES - La línea señala el rumbo e inclinación
	RUMBO E INCLINACION - Del carbón
	FALLA - Con línea interrumpida donde está oculto y con línea punteada donde está evidente
	LOCALIZACION DEL SONDEO
	ZANJA - Señala el desmonte del carbón
	SOCAVON
	SECCION MEDIDA
	LINEA DE SECCION ESTRUCTURAL
	LOCALIDAD FOSILIFERA
	ZONA DE CARBON Y LIMOLITAS - Línea interrumpida en donde está oculto, línea punteada en donde está evidente



SIMBOLOS

- |                                      |                             |
|--------------------------------------|-----------------------------|
|                                      | <u>TOPOGRAFICOS</u>         |
| esté inferido<br>tó oculto           | — 2100 — CURVAS DE NIVEL    |
| campo                                | - - - - - TERRACERIA        |
| rumbo                                | - - - - - BRECHAS Y VEREDAS |
|                                      | ⌌ PUENTE                    |
| tá inferida,<br>ñala el bloque caído | □ □ RANCHERIA               |
|                                      | — RIO O ARROYO              |

NOTA : LAS CURVAS DE NIVEL Y LA INFORMACION DE ZANJAS Y SOCAVONES DEL CARBON, DE ESTE MAPA FUERON PROPORCIONADAS POR EL C. R. M.



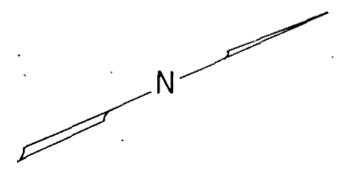
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE CIENCIAS

---

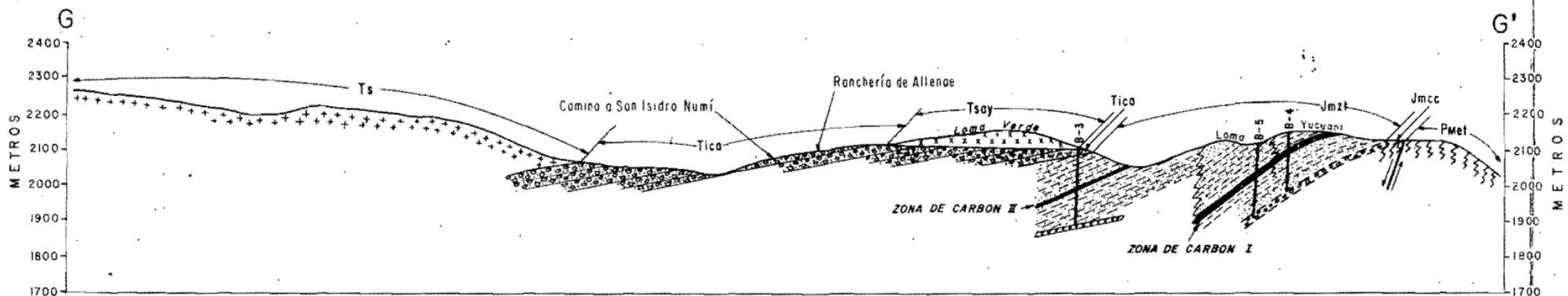
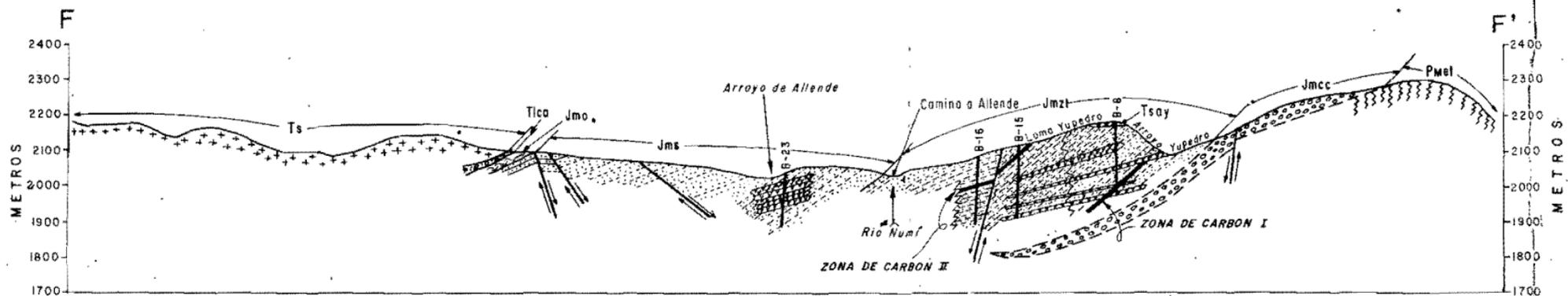
MAPA GEOLOGICO DEL AREA  
 TLAXIACO, MIXTECA ALTA,  
 OAXACA

---

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS (GEOLOGIA)  
 GEOLOGIA POR RAÚL S. CARRASCO R. 1979-1980







~ Estratificación convoluta

PALEONTOLOGICOS

☿ Plantas

☉ Bivalvos

~ Coquinas

NOTA: LOS SONDEOS DE ESTAS SECCIONES FUERON PROPORCIONADOS POR EL C.R.M.



ESCALA HORIZONTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

SECCIONES ESTRUCTURALES

DEL AREA

TLAXIACO, MIXTECA ALTA, OAXACA

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS (GEOLOGIA)

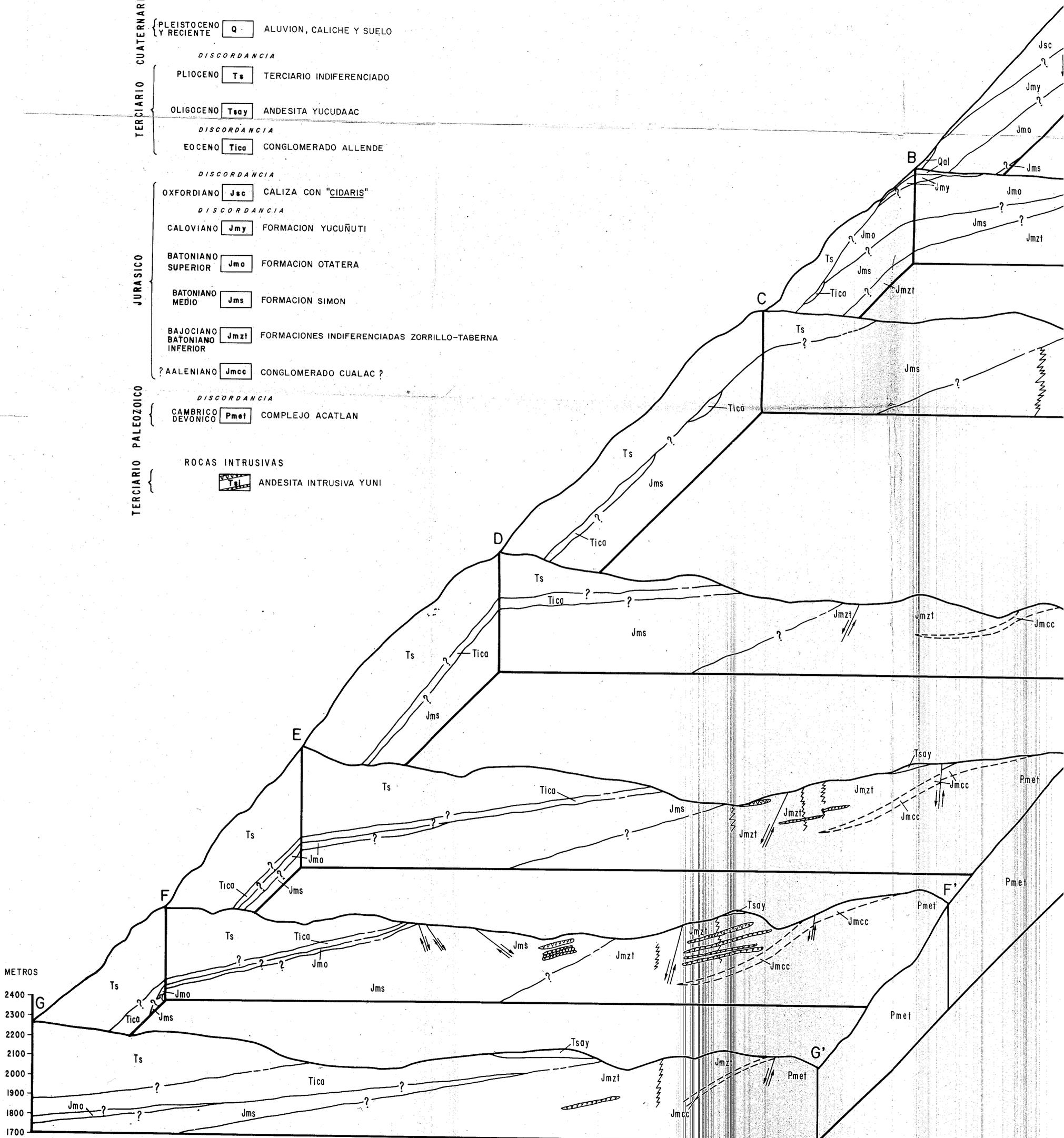
GEOLOGIA POR RAUL S. CARRASCO R. 1979-1980

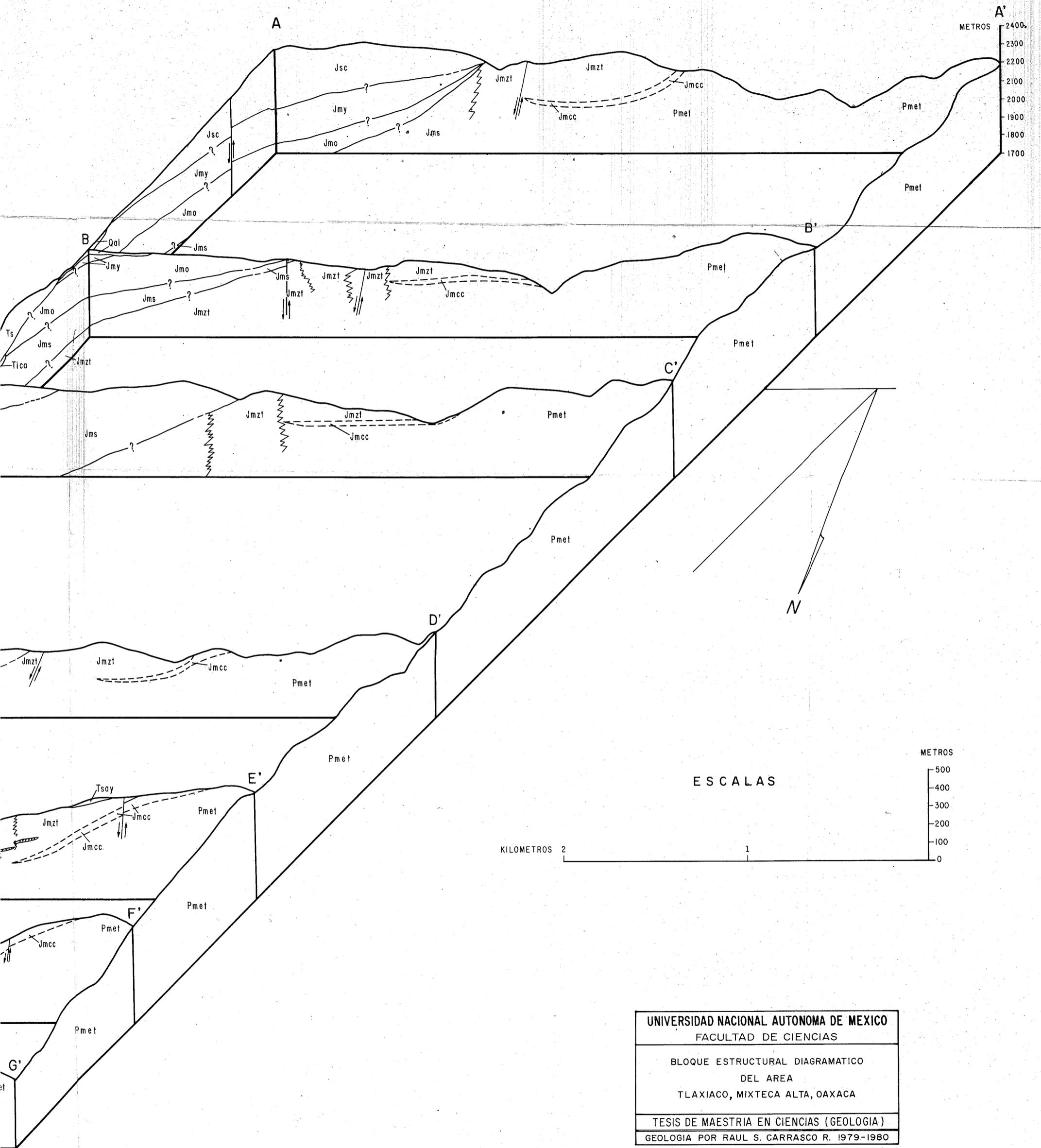
# LEYENDA

ROCAS IGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMORFICAS

CUATERNARIO  
 TERCARIO  
 JURASICO  
 PALEOZOICO

- PLEISTOCENO Y RECIENTE **Q** ALUVION, CALICHE Y SUELO
- DISCORDANCIA
- PLIOGENO **Ts** TERCARIO INDIFERENCIADO
- OLIGOCENO **Tsay** ANDESITA YUCUDAAC
- DISCORDANCIA
- EOCENO **Tico** CONGLOMERADO ALLENDE
- DISCORDANCIA
- OXFORDIANO **Jsc** CALIZA CON "CIDARIS"
- DISCORDANCIA
- CALOVIANO **Jmy** FORMACION YUCUÑUTI
- BATONIANO SUPERIOR **Jmo** FORMACION OTATERA
- BATONIANO MEDIO **Jms** FORMACION SIMON
- BAJOCIANO BATONIANO INFERIOR **Jmzt** FORMACIONES INDIFERENCIADAS ZORRILLO-TABERNA
- ? AALENIANO **Jmcc** CONGLOMERADO CUALAC ?
- DISCORDANCIA
- CAMBRICO DEVONICO **Pmet** COMPLEJO ACATLAN
- ROCAS INTRUSIVAS
- Tsi** ANDESITA INTRUSIVA YUNI



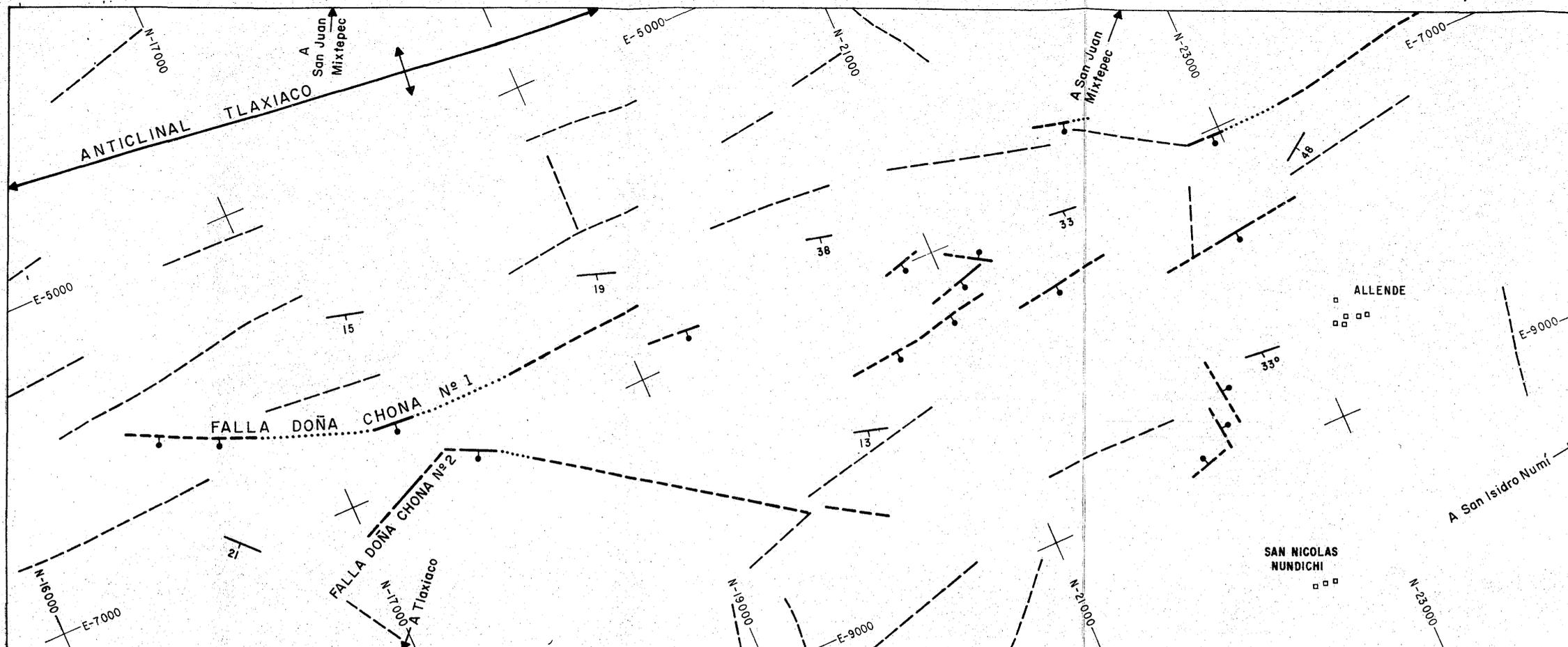


ESCALAS

KILOMETROS 2 1

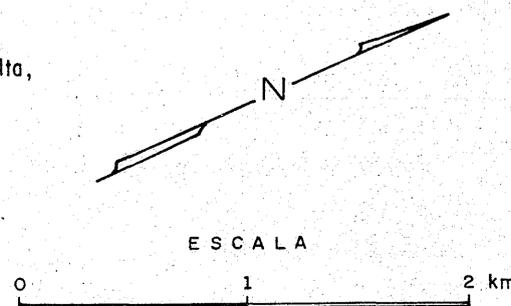
METROS  
500  
400  
300  
200  
100  
0

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE CIENCIAS
BLOQUE ESTRUCTURAL DIAGRAMATICO DEL AREA TLAXIACO, MIXTECA ALTA, OAXACA
TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS (GEOLOGIA) GEOLOGIA POR RAUL S. CARRASCO R. 1979-1980



**S I M B O L O S**

- 15-20. ECHADO REGIONAL DE LA SECUENCIA JURASICA
- FALLA.-Con línea interrumpida donde está inferida y punteada cuando está oculta, ↑ señala el bloque caído.
- FALLA o FRACTURA.- Interpretada de fotografías aéreas
- ANTICLINAL NORMAL.-La flecha axial indica el buzamiento



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO  
 DEL AREA  
 TLAXIACO, MIXTECA ALTA, OAXACA

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS (GEOLOGIA)  
 GEOLOGIA POR RAUL S. CARRASCO R. 1979-1980

## FE DE ERRATAS

	ESTA ESCRITO	DEBE ESTAR ESCRITO
Pág.		
iii	Santayo	Santoyo
ix	Plaontología	Paleontología
xi	Indifernciadas	Indiferenciadas
7	Silva-Pineda, paleobo- tánica	Silva-Pineda, 1970, paleobotá- nica
7	paleotología	paleontología
14	calcolitita	calcilitita
16	pniente	poniente
17	contavto	contacto
24	Culac?	Gualac?
41	realtivamente	relativamente
45	cristles	cristales
47	Tlaxiaxiaco	Tlaxiaco
49	tenativamente	tentativamente
71	Los criatales más	Los cristales más
75	domiantes	dominantes
82	avtividad magmática	actividad magmática
82	Tercirio	Terciario
83	Sirra Madre	Sierra Madre
83	accidental	occidental
88	con algunos fragmentos,	con algunos fragmentos de esquistos,
89	lámina 12	Lámina 12
91	mederada	moderada
92	girs	gris
96	laternan	alternan
103	GUAMAN	GUZMAN
103	Eploración	Exploración
104	Liásica	liásica
Lámina 5	cuazo	cuarzo
Lámina 5	suoeste	suroeste

